EINLEITUNG IN DIE ASTRONOMISCHEN...

Digitized by Google

EX MUNIFICENTIA
FERDINANDI III. M. E. D.
DIE 9. IUNII 1791.

Digitized by Google

ROHL

Rohl (Lamberto Enrico)
Introduzione alle Scien-
ze astronomiche. Prima
parte. Greiffswald.
Pare mancante.

B7

Digitized by Google

9. 6. 263.

Digitized by Google

Einleitung
in die
Astronomischen Wissenschaften
verfasset
von
Lampert Hinrich Röhl
Professor und Observator der Astronomie auf der Akademie Greifswald.

Erster Theil.

Greifswald,
gedruckt und verlegt von A. F. Röse
1768.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sr.

Hochgräfl. Excellenz

Herrn

Hans Hinrich Liewen,

Sr. Königl. Majest. und des Schwedischen Reichs Rath General-Gouverneur von Pommern und Rügen, Ritter und Commandeur aller Königlichen Orden, wie auch der Akademie zu Greifswald Canzlern.

Meinem Gnädigsten Herrn.

Digitized by Google

Digitized by Google

Hochgebohrner Herr Graf,
Gnädiger Herr!

Ew. Hochgräfl. Excellenz allgemein bekannte Aufmerksamkeit für die Beförderung der Wissenschaften und Künste, und der Zutritt, welchen Hochdieselben allen denen großmüthig verstatten, welche

Digitized by Google

che sich mit ihrer Erweiterung beschäftigen, würde mir reiche Materie darbieten die Kühnheit zu entschuldigen, mit welcher ich mich unterstehe, Hochdenenselben ein Werk dieser Art zu überreichen und Hochdero Nahmen demselben vorzusetzen. Allein ich befinde mich gegenwärtig nicht in dem Falle, daß ich einige Entschuldigung hiefür aufzusuchen nöthig haben könnte. Das Verhältniß worin ich stehe machet es mir zu einer meiner angelegensten Pflichten

Ew. Hochgräflichen Excellenz

Rechenschaft abzulegen, wie der von

Sr.

Digitized by Google

Sr. Königl. Majestät allergnädigst mir anvertrauete Unterricht in diesen Wissenschaften von mir besorget werde, und ich habe geglaubt, daß ich mich von dieser Schuldigkeit nicht besser befreyen konnte, als daß Hochdenenselben ich meinen ganzen dazu gemachten Entwurf vor Augen lege. Ich werde mich für glücklich schätzen, wenn **Ew. Hochgräfl. Excellenz** darin den Eifer zu bemerken die Gnade haben, mit welchen ich mich bestrebe meinen Pflichten nachzugehen, noch mehr aber, wenn diese geringe Arbeit Hochderoselben Beyfall nicht ganz verfehlet. Un-

Digitized by Google

Unter beständigen Wünschen für

Ew. Hochgräflichen Excellenz

Wohlergehen verharre in tiefster Ehr-

erbietung

Ew. Hochgräfl. Excellenz

unterthänig gehorsamster

Lampert Hinrich Röhl.

Digitized by Google

Vorrede.

Die Theile der angewandten Mathematik und besonders die astronomischen Wissenschaften sind in neuern Zeiten durch die wichtigsten Entdeckungen dergestalt bereichert oder erweitert worden, daß es eben keine unnöthige Arbeit seyn dürfte sie aufs neue in einem für ein akademisches Lehrbuch schicklichen Zusammenhange darzustellen, wenn es auch an dergleichen Büchern aus den verflossenen Zeiten nicht fehlte. Allein, wenn ich **Wolfens** lateinisches Werk ausneh-

Digitized by Google

me, das vor beynahe einem halben Jahrhunderte aufgesetzt ist, so haben wir fast kein einziges, welches diese Wissenschaften mit einiger Vollständigkeit darstellet. Alle diejenigen, welche nach solcher Zeit die mathematischen Wissenschaften, zum akademischen Vortrage eingerichtet, ausgearbeitet haben, sind entweder bey den theoretischen Wissenschaften stehen geblieben, zufrieden, die Geometrie in ihrer wissenschaftlichen Gestalt hergestellet, und die Gründe der so sehr erweiterten mathematischen Analysis in Verbindung gebracht zu haben; oder, wenn sie auch die angewandte Mathematik in ihrem Entwurfe gehabt haben, so sind sie doch dadurch, daß sie alle unter solchem Nahmen begriffene Wissenschaften in ein Lehrbuch fassen wollten, so sehr eingeschränkt worden, daß sie nicht über die ersten und allgemeinsten Grundsätze dieser Wissenschaften hinausgehen konnten.

Käst-

Digitized by Google

Käſtner ſelbſt, dem die Gabe nicht fehlt mit wenig Worten vieles zu ſagen, geſtehet, daß bey einer ſolchen Einrichtung nur die allgemeinen Gründe zu wiſſenswürdigen Känntniſſen angebracht werden können. Man kann in der That dabey nur erzählen, was etwa dieſe Wiſſenſchaften für Wahrheiten enthalten, aber nicht den Weg zeigen, wie man zur Erkänntniß derſelben gelangen kann.

Von der Zeit an, da ich den Auftrag erhielte über die aſtronomiſche Wiſſenſchaften öffentliche Vorleſungen zu halten, ſahe ich mich nach einem Lehrbuche um, welches ich dabey zum Leitfaden gebrauchen könnte. Ich machte einen Verſuch mit dem einzigen, was mir in dieſer Abſicht vollſtändig genug zu ſeyn ſchien, den aſtronomiſchen Vorleſungen des Abt Delacaille; allein ich fand dabey Schwürigkeiten, die in Betrachtung meiner

Digitized by Google

meiner Zuhörer mir unüberwindlich waren, indem ich bey dem grösten Theile derselben keine Känntnisse voraussetzen konnte, welche ausser der Elementargeometrie liegen. Indessen glaubte ich doch, daß diese Wissenschaften auf solche Art vorgetragen werden könnten, daß auch diejenigen, deren Känntniß nicht weiter reicht, sich einen ziemlich vollständigen Begriff von den Bewegungen der Weltcörper, der Einrichtung des Weltgebäudes und den Methoden dieselbe aus den Beobachtungen zu schliessen, machen könnten, und daß diejenigen, deren Absicht weiter gehet, darin hinlängliche Anleitung fänden, mit eigenem Nachdenken ohne fremde Beyhülfe weiter zu kommen. Und ich ward in diesen Gedanken durch den Beyfall der Kenner gestärket und ihn auszuführen ermuntert. In wie ferne ich darin glücklich gewesen bin, wird sich aus diesem ersten Theile beur-

theilen

Digitized by Google

theilen lassen. Ob ich gleich keine Känntniß von andern Linien als der graden und Circullinie gebrauchen wollte, so ward ich dennoch genöthiget, von diesem Vorsatze abzugehen, so oft etwas vorkam, welches sich nur aus der Projection der Circul an der Oberfläche der Weltkugel begreiflich machen ließ. Dies muste zuweilen besonders in der Lehre von der jährlichen Parallaxe und der Abirrung der Fixsterne, imgleichen bey dem Einflusse der Schwankung der Erdachse auf die Lage der Weltcörper geschehen. Ich muste dabey die Ellipse gebrauchen, aber ich habe zugleich nur die allererstен Eigenschaften derselben zum Grunde geleget.

Ich war anfangs entschlossen, die sämmtlichen astronomischen Wissenschaften, wohin ich alles rechne, was sich unmittelbar auf die Astronomie gründet, die mathematische Geographie, die Schiffahrt,

Digitized by Google

fahrt, so weit sie die Känntniß des Weges betrifft, die Chronologie und die Gnomonick, in einem Bande zu verbinden, allein die Materie wuchs mir zu sehr an, als daß ich glaubte, daß die Vorlesungen darüber in der zu einem Collegio gewöhnlich bestimmten Zeit von einem halben Jahre geendiget werden könnten, deswegen habe ich dieselben einem andern Theile vorbehalten müssen.

Geschrieben zu Greifswalde den Märzmonath 1768.

Digitized by Google

Vorerinnerung.

§. 1.

Die Astronomie ist eine Wissenschaft, welche für jede gegebene Zeit die Lage der Weltcörper gegen einander aus einem gegebenen Puncte des Weltgebäudes erfinden lehret. Aber die gemeinsten Erfahrungen zeigen, daß diese Lage alle Augenblicke verändert, und von der Natur darin eine gewisse Ordnung beobachtet werde. Da nun dies ohne einer nach bestimten Gesetzen eingerichteten Bewegung nicht geschehen kann, so muß der Astronome die Kunst verstehen, die Gesetze der Bewegung zu erforschen und daraus die Veränderung in der Lage der Weltcörper zu schliessen. Zu dieser Kunst kann er nur durch eine gute Einsicht in den mechanischen und optischen Wissenschaften gelangen.

Digitized by Google

§. 2.

Gesetze, denen die Natur in ihren Verrichtungen folgt, lassen sich nur von der Natur selbst durch fleissige und genaue Beobachtungen lernen. Die Beobachtung ist daher das erste Geschäfte des Astronomen. Sie erfordert Werkzeuge, deren genaue Eintheilung; nothwendige und bequeme Stellung und deutliche Vorstellung weit entfernter Gegenstände nicht anders als durch Käntniß der Geometrie, der Mechanik und Optik erhalten werden kan. Dies giebt einen neuen Grund an die Hand, warum der Astronome in diesen Wissenschaften gute Käntniß haben muß. Er darf selbst in den Werkstädten der Künstler kein Fremdling seyn. Oft wird er auf neue Werkzeuge, oder bey den vorhandenen auf neue Einrichtungen denken müssen, die sich zu seinen vorhabenden Untersuchungen schicken. Allemahl aber muß er im Stande seyn die Vollkommenheit seiner Werkzeuge zu erforschen, um von der Güte seiner gemachten Beobachtungen richtig urtheilen zu können. Er muß wissen, zu welchen Grad der Genauigkeit er dadurch gelangen könne, und die Ursachen kennen, warum sie nicht weiter reiche. Er muß selbst dem Künstler Mittel an die Hand legen, sich zu grösserer Vollkommenheit zu erheben. Wird er dies thun können, wenn er weder die Werke der Künstler noch den Bau seiner Werkezeuge kennet? Wird er ihre Vollkommenheit richtig bestimmen können, wenn er nicht weiß, wie groß der Einfluß eines jeden Theils auf das Ganze ist? Wird er die besten Mittel angeben können, sie vollkommener zu machen, wenn er die Eigenschaften des Zeuges nicht kennet, aus welchen sie verfertiget werden können. Er muß

daher

Digitized by Google

daher die erwähnten Wissenschaften und selbst die Naturlehre verstehen.

§. 3.

In dem Urtheile, welches von der Lage eines Weltcörpers gefället wird, gründet man sich auf die Richtung des Lichtstrahls, welcher von dem Weltcörper in das Auge des Beabachters komt, und auf die Zeit, da solches geschiehet. Wir sind gewohnt, Dinge, welche sich nicht bewegen, in der graden Linie zu finden, in welcher wir sie sehen; und von denen, welche sich bewegen, schliessen wir doch, daß sie zu der Zeit, da wir sie sahen, sich in der graden Linie befanden, in welcher der Lichtstrahl von ihnen zu uns kam. Dies Urtheil ist nicht so sicher, daß man dabey nicht wenigstens der Furcht eines Irrthums ausgesetzt seyn sollte. Wenn man setzt, daß ein Lichtstrahl auf seinem Wege von dem Weltcörper bis zu dem Auge einige Zeit zubrächte, so würde man unrichtig urtheilen, daß er zu der Zeit in der graden Linie gelegen, als er in dem Auge anlangte. Er lag nämlich in dieser Linie nur zu der Zeit, als der Lichtstrahl von dem Weltcörper ausgieng. Wenn man ferner setzte, daß der Lichtstrahl auf seinem zurückgelegten Wege Veränderungen in seiner Richtung erlitten habe, so würde man dem Weltcörper eine ganz andere Lage, darin er vielleicht nie gewesen ist, anweisen. Ehe der Astronome daher von seinem Urtheile gewiß seyn kan, muß er folgende Fragen entschieden haben: Geschiehet die Bewegung des Lichtstrahls augenblicklich (in instanti) oder in einer bestimten Zeit? Wenn das letztere ist, wie groß ist die Geschwindigkeit seiner Bewegung? Kan die Richtung des Lichtstrahls verändert werden? Wo-

Digitized by Google

durch wird diese Veränderung gewürket? Nach welchen Gesetzen geschiehet sie? Ist auf dem Wege zwischen dem Weltcörper und unserm Auge etwas anzutreffen, welches dieselbe verursachen könte. Diese Fragen werden theils in den optischen Wissenschaften, theils in dem Theile der Naturlehre, welcher von der Atmosphäre und dem Raume handelt, in welchem sich die Weltcörper bewegen, untersuchet. Dies ist ein neuer Grund, warum der Astronome diese Wissenschaften in seiner Gewalt haben muß.

§. 4.

Die Naturlehre studiren, ohne die Geometrie und mathematische Erfindungskunst lernen wollen, ist ein verwegenes oder vielmehr widersinniges Unternehmen. Gleichwohl siehet man täglich Leute auf dies Ebentheuer ausgehen. Sie suchen, ohne zu wissen, was? und auf welchem Wege es anzutreffen. Dies wäre für den Astronomen Grund genug, diesen Wissenschaften seine Aufmerksamkeit nicht zu versagen, wenn sie auch keinen unmittelbaren Einfluß in seinen Untersuchungen hätten. Da aber bey der Bewegung alles auf Richtung und Geschwindigkeit ankomt, so kan er einer Wissenschaft nicht entbehren, welche die Natur der Linien, die Lage ihrer Theile erforschet und sie zu vergleichen lehret, oder welches einerley ist, er muß die Geometrie verstehen. Die mathematische Erfindungskunst muß er allenthalben anwenden, wo er Gesetze aufsuchen will, wie veränderliche Größen von einander abhängen. Er ist aber beständig in dem Falle, da er aus Veränderungen, die in einer Bestimmung beobachtet worden, auf die schliessen muß, welche dadurch in andern hervorgebracht werden.

§. 5.

Digitized by Google

§. 5.

Dies sind unentbehrliche Wissenschaften, mit welchen derjenige seinen Verstand vorbereiten muß, der ohne fremde Beyhülfe astronomische Untersuchungen unternehmen will. Wer sie versteht, hat nicht nöthig sich die Astronomie erklären zu lassen; er kan aus der ursprünglichen Quelle, aus der Natur selbst schöpfen. Es verstehet sich daher von selbst, daß in einem Buche, welches zum Leitfaden astronomischer Vorlesungen bestimt ist, nicht alle diese Wissenschaften in ihrem Umfange vorausgesetzt werden dürfen. Wenn ich mich in der Folge auf Sätze aus denselben beziehen muß, so werde ich sie, so oft ich es nöthig finde, so weit erklären, als es ausser der natürlichen Verbindung in der Wissenschaft, wohin sie gehören, geschehen kan, und dadurch wenigstens Gelegenheit geben, daß sie durch mündlichen Vortrag begreiflich gemacht werden können. Nur die Anfangsgründe der Geometrie und ersten Grundsätze der Buchstabenrechnung, nebst der ebenen und sphärischen Trigonometrie werde ich als bekannt annehmen.

§. 6.

Man hat die Astronomie bisher in verschiedener Ordnung vorgetragen. Mehrentheils betrachtet man zuerst das Weltgebäude, so wie es von der Erde aus gesehen wird; man schliesset daraus, wie die Bewegung eines jeden Welteörpers aus dem Puncte erscheinet, um welchen sie geschiehet, und dadurch gelanget man endlich zur Entdeckung der wahren Bewegungen, der Linien, in welchen sie geschehen und der Gesetze, an welchen sie gebunden sind. Man hat diesen Theilen durch eigene Nahmen der sphäri-

Digitized by Google

schen und theorischen Astronomie das Ansehen von zwo besondern Wissenschaften gegeben, wovon die erstere sich blos auf die Untersuchungen einschränken sollte, die das Weltgebäude betreffen, in so ferne es als eine Kugel, wie es in die Augen fällt, betrachtet wird, an deren Oberfläche alle Bewegungen der Weltcörper zu geschehen scheinen.

Der Abt *Delacaille* bahnte sich in seinen fürtreflichen Leçons d'Astronomie einen neuen Weg und trug zuerst die Einrichtung des Sonnensystems so vor, wie es in der Sonne, dem Mittelpuncte der Bewegung aller dazu gehöriger Weltcörper, erscheinet. Er wuste dieser Methode eine vollkommen geschickte Wendung zu geben und daraus die Erscheinungen herzuleiten, wie sie von der Erde gesehen werden. So einen grossen Werth diese Methode unter den Händen eines der grösten Astronomen unsers Zeitalters erhalten hat, und so brauchbar sie für eine gewisse Art Leser ist, so habe ich doch gefunden, daß sie denen Schwürigkeiten entgegensetzt, die an den mathematischen Vortrag noch nicht vollkommen gewöhnet sind. Ich werde daher aus der scheinbaren Einrichtung des Weltgebäudes den wahren Bau desselben herzuleiten suchen.

Erstes

Digitized by Google

Erstes Capittel

Anwendung der Lehre von den Kugelschnitten auf die scheinbare Figur des Weltgebäudes.

Das die Erde keine ins unendliche ausgestreckte Ebene, sondern ein Cörper sey der um und um in Gränzen eingeschlossen ist, wie dieselben auch beschaffen seyn mögen, solches kan man allein aus den um dieselbe verrichteten Reisen erkennen. Aber wo man sich auch auf der Oberfläche der Erde befinden mag, so stellet uns die erste Aussicht in das Weltgebäude dasselbe als eine hole Kugel dar, an deren Oberfläche alle leuchtende Weltcörper beweget werden und in deren Mittelpuncte wir uns selbst befinden. Da diese Erscheinung an allen Orten auf der Erde einerley ist, so muß man daraus nothwendig schliessen, daß das Weltgebäude von der Erde aus in Gestalt einer ganzen Kugel erscheinen würde, wenn die undurchsichtige Erde unsrer Aussicht keine Gränzen setzte.

§. 8.

Diese ganze Vorstellung gründet sich auf einen gewöhnlichen falschen Schluß, den wir aus unsern Empfindungen ziehen. Wenn wir in einer weiten Aussicht Gegenstände um uns gewahr werden, ohne den Unterscheid ihres Abstandes von uns empfinden oder durch das Augenmaaß fassen zu können, so ist es natürlich, daß wir uns einbilden, sie seyn alle von uns in gleicher Entfernung und wir urtheilen daher,

Digitized by Google

daß sie in einer Circullinie liegen, so Himmelweit übrigens die durch sie gezogene Linie von derselben entfernet seyn mag. In Ansehung der Weltcörper befinden wir uns beständig in dem Falle, daß wir den Unterscheid ihres Abstandes von uns nicht durch das Augenmaaß ausmachen können. Das Weltgebäude würde uns daher an allen Orten des unermeßlichen Raumes unter einer kugelförmigen Gestalt erscheinen, und es fehlet so weit, daß diese Vorstellung wahr sey, daß wir vielmehr in der Folge völlig das Gegentheil werden beweisen und zeigen können, daß in dem Abstand der Weltcörper von uns ein erstaunlicher Unterscheid gesetzt werden müsse.

§. 9.

Aus dieser Ursache nennet man auch alle Erscheinungen, welche man an den Weltcörpern und ihrer Bewegung bemerket, in so ferne sie sich auf die scheinbare Gestalt des Weltgebäudes beziehen, scheinbar. Die scheinbare Figur eines Weltcörpers ist diejenige, unter welcher er sich den Augen eines Beobachters an der Oberfläche der Weltkugel darstellet. Der scheinbare Durchmesser eines Weltcörpers ist der Bogen an der Oberfläche dieser Kugel, dessen Sehne er ist. Die scheinbare Größe eines Weltcörpers beziehet sich auf den Raum den er an der Oberfläche der Kugel einnimt. Seine scheinbare Bewegung besteht in der Veränderung seiner Lage an der Oberfläche der Kugel. Seine scheinbare Bahn ist die Linie, in welcher er an der Oberfläche der Kugel sich zu bewegen scheinet und seine scheinbare Geschwindigkeit wird aus der Größe des Bogens geschlossen, den er an dieser Oberfläche in einer gewissen

Zeit

Digitized by Google

Zeit zurückleget. Die ganze Unterſuchung dieſes ſcheinbaren in dem Weltgebäude hänget alſo von der Abmeſſung der Circulbogen an der Oberfläche einer Kugel aus dem Mittelpuncte derſelben ab, und kan daher nicht anders, als durch eine geſchickte Anwendung der Lehre von den Kugelſchnitten ausgeführet werden. Das erſte, was wir alſo auszumachen haben, iſt die Anwendung dieſer Lehre auf die Beſtimmung der Lage der Weltcörper, an der Oberfläche der Weltkugel.

§. 10.

Um die Lage verſchiedener Puncte auf der Oberfläche einer Kugel zu beſtimmen folget man der Methode, wodurch dieſe Beſtimmung in einer Ebene geſchiehet. Man nimt, die Lage einer Linie und in ſelbiger ein Anfangspunct an, dann ziehet man aus den zu beſtimmenden Puncten grade Linien ſenkrecht oder wenigſtens unter einem bekanten Winkel auf dieſe angenommene Linie; die Länge dieſer Linien und der Abſtand der Puncte, in welchem ſie dieſelbe ſchneiden, von dem angenommenen Anfangspuncte führet zu einer beſtimten Vorſtellung der Lage dieſer Puncte gegen die angenommene und nach ihrer Lage bekante grade Linie. Wenn man nun ſtat der graden Linie für die Oberfläche der Kugel einen der gröſten Circul und in demſelben ein Anfangspunct annimt, und durch die zu beſtimmenden Puncte gröſte Circul ſenkrecht auf den angenommenen ziehet, ſo wird die Größe dieſer Circulbogen von den zu beſtimmenden Puncten bis zu dem angenommenen Circul, und der Abſtand der Puncte, wo er von denſelben geſchnitten wird, von dem Anfangspuncte zu

Digitized by Google

eben einer so bestimten Vorstellung von der Lage dieser Puncte gegen den angenommenen Circul leiten.

Es sey (Fig. 1.) AGFB die Hälfte eines solchen angenommenen Circuls, und in A der Anfangspunct, D und E zwey zu bestimmende Puncte. Nachdem durch selbige die Circulbogen DG und EF auf den Circul AGFB senkrecht geleget sind, so erkennet man aus der Größe der Bogen DG und EF den Abstand dieser Puncte von dem Circul AGFB und die Bogen AG und AF ihren Abstand von dem Anfangspuncte in Beziehung auf diesen Circul. Durch die Grade, welche die Bogen AG und DG enthalten, ist die Lage des Punctes D auf der Oberfläche dieser Kugel in Ansehung des angenommenen grösten Circuls völlig bestimt; und eben so die Lage des Puncts E durch die Grade, welche die Bogen AF und EF enthalten. Wenn man diese Bogen DG und EF auf der Oberfläche der Kugel fortziehet, so weiß man, daß sie durch die Pole des grösten Circuls AGFB gehen. Es sey P einer dieser Pole, so wird PD das Complement des Abstandes des Puncts D von dem Circul AGFB seyn. Wenn man nun noch durch P und A einen der grösten Circul leget, so wird der Winkel APD durch den Bogen AG gemessen, und das Punct D kan durch den Winkel APD und den Bogen PD gleichmäßig an der Oberfläche der Kugel in Beziehung auf den Circul AGFB und das Anfangspunct A seiner Lage nach bestimt werden. Auf gleiche Art gelanget man durch Erkäntniß des Winkels APE und des Bogen PE zur Bestimmung der Lage des Punctes E.

§. 11.

In dem Mittelpuncte der Kugel gelanget man leicht

leicht zur Bestimmung der Anzahl Grade, welche ein Circulbogen eines der grösten Circul enthält. Man darf nur mit den gewöhnlichen Instrumenten in der Fläche des Circuls AGFB die Winkel ACG, ACF; und in den Flächen PDG, PEF die Winkel GCD und FCE oder PCD und PCE messen, so hat man die Anzahl Grade der Bogen AG, AF, DG, EF, PD, PE, imgleichen der Winkel APD und APE.

Hat man auf diese Art die scheinbare Lage zweyer Puncte in Beziehung auf einerley Circul bestimt, so kan man daraus ohne Schwürigkeit ihren scheinbaren Abstand von einander nach der sphärischen Trigonometrie berechnen. In dem sphärischen Dreyecke PDE hat man die Bogen PD und PE, und aus dem Unterscheide der Bogen AF und AG, oder wenn A zwischen G und F lieget, aus ihrer Summe, findet man den Winkel DPE; man hat drey Stücke in diesem Dreyecke, und daraus kan die Größe des Bogen DE berechnet werden.

§. 12.

Da wir uns nun beständig in dem Mittelpuncte der scheinbaren Figur des Weltgebäudes befinden §7., so werden wir uns der erwähnten Methode, die Lage der Puncte auf der Oberfläche einer Kugel zu bestimmen, mit gutem Erfolge in der Astronomie zur Bestimmung der scheinbaren Lage der Weltcörper bedienen können. Es komt dabey auf die Wahl des Circuls an, in dessen Beziehung diese Bestimmung gemacht werden soll, und auf die Wahl des Puncts, wo man anfängt die Grade dieses Circuls zu zählen. Beydes muß mit Genauigkeit bestimt und zu jeder Zeit wieder gefunden werden können, wenn

Digitized by Google

wenn unsre Untersuchungen zusammen hängen und andern brauchbar seyn sollen. Eine weitere Beobachtung muß diese Stücke aufsuchen helfen und unsre Wahl leiten.

§. 13.

Die Fläche des Circuls, dessen §. 7. erwähnet worden, und welcher die sichtbare Halbkugel des Weltgebäudes von der unsichtbaren oder von der durch die undurchsichtige Erde an einem Orte bedeckten absondert, ist für jeden Ort auf der Erde leicht zu bestimmen. Dieser Circul hat also gewiß eine der Eigenschaften, worauf man bey dieser Wahl zu sehen hat, und er wird auch in der Astronomie mit Nutzen gebraucht. Man nennet ihn den **Gesichtskreis** (Horizon) und den Abstand eines Weltcörpers von demselben dessen **Höhe**. Der Pol des Horizonts an der Oberfläche der sichtbaren Halbkugel wird der **Scheitelpunct** (Zenith), sein entgegengesetzter Pol an der Oberfläche der unsichtbaren Halbkugel Nadir genant. Die grösten Circul, welche durch die Pole des Horizonts gehen heissen **Scheitelkreise** (circuli verticales) oder **Höhenkreise** (circuli altitudinis), weil die Höhen der Weltcörper über den Horizont durch sie bestimt werden.

Wenn man AGFB für den Horizont annimt, so ist P der Scheitelpunct PA, PG, PF, PB sind Quadranten von Scheitelkreisen; die Bogen DG, EF messen die Höhen der Puncte D und E, und die Bogen PD, PE ihren Abstand vom Scheitelpuncte.

§. 14.

Man muß nun, um einen Weltcörpter in Beziehung auf den Horizont nach seiner Lage bestimmen

zu

Digitized by Google

zu können, in dem Horizont ein Punct aufſuchen, von welchem man die Grade des Horizonts zu zählen anfängt. Dies Punct muß Merkmaale haben, die durch keine Zeit und Zufall zerſtöhret werden können § 12., und wenn es möglich iſt, ſo gewählet werden, daß es für alle Oerter der Erde auf ähnliche Art beſtimmet werden kan. Man erhält dadurch eine leichtere Vergleichung der Beobachtungen und es iſt nöthig, wenn in dieſer weitläuftigen Wiſſenſchaft mit Fortgange gearbeitet werden ſoll, daß die ganze Erde eine gemeinſchaftliche Sternwarte ſey. Ein zweeter Blick in das Weltgebäude, wird uns dieſes Punct am vortheilhafteſten anweiſen.

§. 15.

Man wird den Himmel nicht lange anſehen können, ohne gewahr zu werden, daß ſich dieſes blaue Gewölbe mit allen himliſchen Cörpern in gewiſſer Zeit gleichförmig um die Erde herum wälze, nicht anders, als wenn eine Kugel um einen ihrer Durchmeſſer, der in Ruhe bleibet herumgedrehet wird. Geſtirne, welche vorher unſichtbar waren zeigen ſich nun am Horizonte, oder gehen auf. Sie ſteigen über denſelben in die Höhe, bis ſie ſich an der andern Seite zum Horizont hinabſenken und daſelbſt verſchwinden oder untergehen. Nach einer beſtimten Zeit erſcheinen ſie wieder und rollen, wie vorhin, in größern und kleinern Kreiſen, deren Flächen alle einander parallel ſind, über unſern Horizont.

Die Vorſtellung dieſer Bewegung würde einerley bleiben, wenn man den Himmel mit allen ſeinen Weltcörpern in Ruhe lieſſe, und dagegen die Erde um einen ihrer Durchmeſſer, als um einer Axe in

Digitized by Google

Bewegung setzte. Man kan sich hievon selbst überzeugen, wenn man einen solchen Cörper würklich um seine Axe drehet und auf die verschiedene Lagen aufmerksam ist, in welchen die ausser der Oberfläche der Kugel liegende Puncte gegen ein auf der Oberfläche der Kugel bemerktes Punct während dieser Umdrehung gerathen. Ich mache diese Anmerkung nur deswegen, daß man sich nicht übereile und aus der Bewegung, welche die Weltcörper zu haben scheinen, schliesse, daß sie würklich in einer solchen Bewegung sind. Es mag aber das eine oder das andere stat finden, so ist das scheinbare bey dieser Bewegung einerley, und weil diese Bewegung allen Weltcörpern gemein ist und ihre Umläufe gerade einen Tag währen, so nennet man sie die **gemeinschaftliche** oder **tägliche Bewegung** (motus primi mobilis).

§. 16.

Nach der Natur dieser Bewegung kan es nicht anders seyn, als daß zwey Puncte an der Oberfläche der Weltkugel in gänzlicher Ruhe zu seyn scheinen müssen. Alle übrige aber müssen Circulperipherien zu beschreiben scheinen, die einander parallel sind und desto gröſser werden, je weiter sie von diesen Puncten entfernet sind. Den gröſten dieser Circul, welcher von diesen Puncten 90 Grade entfernet seyn muß, nennet man den **Aequator**, die übrigen aber **Parallele des Aequators** oder schlechtweg **Parallele**. Die erwähnten Puncte, welche bey dieser Bewegung in Ruhe sind, sind **Pole des Aequators** und werden auch so genant. Sie heissen auch zuweilen **Weltpole** und man verstehet auch allemahl diese Puncte, wenn man in der Astronomie das Wort:

Pol

Digitized by Google

Pol ohne Zuſatz gebrauchet. Derjenige dieſer Puncte, welcher über unſern Horizont, nahe an dem Geſtirne, welches der kleine Bär genant wird, liegt, heiſſet der **Nordpol** (polus arcticus); der andre iſt der **Südpol** (polus antarcticus). Die grade Linie, welche man ſich durch dieſe beyde Puncte vorſtellen kan, iſt die **Axe des Aequators**. Sie heiſſet auch die **Weltaxe**.

Ich habe geſaget, daß die Parallele kleiner und kleiner werden, je weiter ſie von dem Aequator entfernet ſind, oder je näher ſie den Polen liegen. Es iſt dies mit den Parallelcirculn eines jeden gröſten Circuls der Kugel auf dieſe Art beſchaffen. Ihre Durchmeſſer verhalten ſich gegen den Durchmeſſer des gröſten Circuls wie der Coſinus des Abſtandes von dem gröſten Circul oder der Sinus ihres Abſtandes von ihrem Pole zum ganzen Sinus. Wenn man ſich (Fig. 2.) unter AQ den Durchmeſſer des Aequators oder eines andern gröſten Circuls der Kugel vorſtellet und man leget durch die Kugel einen gröſten Circul QPA*p* ſenkrecht auf denſelben, ſo gehet er durch die Pole P und *p* und ſchneidet jeden Parallelcircul ſenkrecht in zween gleiche Theile. DE ſey die Linie eines ſolchen Schnittes in einem der Parallele und alſo der Durchmeſſer deſſelben; ſo iſt FE der Sinus des Bogens PE, folglich auch der Coſinus des Bogen EQ auf den Circul PQ*p*A deſſen Halbmeſſer PC=CQ iſt bezogen. Daher verhält ſich FE zu CQ oder DE zu AQ wie der Coſinus des Bogens EQ oder der Sinus des Bogens PE zum ganzen Sinus. Dieſer Satz iſt in der Aſtronomie von einem ſehr groſſen Nutzen. Aehnliche Theile der Circul enthalten allemahl eine gleiche Anzahl Grade, aber

aber die Grade kleinerer Circul sind kleiner, als die Grade der größern und zwar nach der Verhältniß ihrer Durchmesser. Wenn man demnach einen Bogen eines Parallelcirculs auf den grösten Circul zurückführen oder angeben soll, wie viel Grade im grösten Circul ein Bogen eines Parallelcirculs von einer gegebenen Zahl Graden ausmachen werde, so findet man solches durch die vierte Proportional-Größe zu dem ganzen Sinus, den Cosinus des Abstandes des Parallelcireuls von dem grösten Circul der Kugel, und der gegebenen Zahl Grade des Parallelcirculs. Wir werden oft Gelegenheit haben diese Verhältnisse anzuwenden.

§. 17.

Wenn der Scheitelpunct eines Ortes in dem Pole liegt, so fällt der Aequator mit dem Horizont zusammen und die Parallele des Aequators sind zugleich Parallele des Horizonts. Die gemeinschaftliche Bewegung der Weltcörper geschiehet dem Horizont parallel, daher heisset diese Lage der Weltkugel die **parallele Kugel**, (Sphaera parallela). Einem solchen Orte kan kein Weltcörper auf- oder untergehen, so lange er allein in der gemeinschaftlichen Bewegung herumgeführt wird.

Wenn das Zenith eines Ortes im Aequator liegt, so hat derselbe beyde Pole im Horizont; der Aequator und alle seine Parallele stehen auf dem Horizonte senkrecht und werden von ihm sämtlich in zween gleiche Theile geschnitten. Man nennet diese Lage der Weltkugel die **grade Kugel** (Sphaera recta).

In jeder andern Lage hat man die **schiefe Kugel** (Sphaera obliqua) wo der Aequator und seine Parallele

Digitized by Google

lele von dem Horizont unter einem schiefen Winkel geschnitten werden. Da der Horizont nicht durch die Pole des Aequators und seiner Parallele gehet, mithin auch auf keinem dieser Circul senkrecht stehet, so schneidet er zwar den Aequator in zween gleiche Theile, weil sie beyde gröste Circul der Kugel sind, aber keinen seiner Parallele. Von diesen liegen einige beständig ganz unter dem Horizont, und die Weltcörper, welche darin ihre Bewegung täglich verrichten, gehen an einem solchen Orte nie auf. Andere liegen beständig ganz über diesen Horizont, und die Weltcörper, welche sich darin bewegen, gehen nie unter. Alle Parallelcircul, welche von dem Polen nicht weiter entfernet sind, als der Scheitelpunct von dem Aequator, haben eine solche Lage gegen den Horizont eines Ortes. Die übrigen werden von dem Horizont zwar geschnitten, aber in zween ungleichen Theilen. Ueberhaupt nennet man den Theil eines Parallelcirculs, der über dem Horizont lieget, Tagcircul, und den andern Theil, den Nachtcircul. In der graden Kugel ist der Tagcircul eines jeden Parallels dem Nachtcircul gleich, und ein jeder Weltcörper ist einem solchen Orte gleich lange über und unter dem Horizont. In der schiefen Kugel ist jeden Parallels Tagcircul seinem Nachtcircul ungleich, und zwar sind die Tagcircul kleiner als die Nachtcircul, für alle Parallele, die mit dem Scheitelpuncte nach einerley Seite des Aequators liegen, und die Weltcörper, welche sich darin bewegen, sind länger über dem Horizont, als unter denselben. Bey den Parallelen die an einer andern Seite des Aequators, als der Scheitelpunct liegen, findet das Gegentheil stat. Die Tagcircul sind kleiner als die Nachtcircul, und die

Digitized by Google

Weltcörper, welche sich darin bewegen, sind eine kürzere Zeit über dem Horizont, als unter demselben. Diejenigen allein, welche sich in dem Aequator bewegen, sind die einzigen, die bey der schiefen Kugel in der gemeinschaftlichen Bewegung gleich lange über und unter dem Horizont zubringen.

Alle diese Sätze sind leicht begreiflich zu machen, wenn man eine künstliche Weltkugel zur Hand hat, und ich halte mich deswegen nicht damit auf, sie durch Zeichnungen aufzuklären. Das einzige merke ich noch an, daß ich im folgenden beständig von der schiefen Kugel rede, wenn nicht ausdrücklich ein anders erinnert wird.

§. 18.

Es sey nun (Fig. 3.) HX der Horizont, AQ der Aequator und LR ein Parallelcircul des Aequators, Z sey der Scheitelpunct und P der Pol des Aequators. Man stelle sich nun einen grossen Circul vor, der durch den Scheitelpunct und Pol gehet, so wird er den Horizont und alle seine Parallelcircul, welche man auch Almucantarath nennet, imgleichen den Aequator und alle dessen Parallele in zween gleiche Theile schneiden, und auf sie senkrecht stehen. So wird in unserer Figur der Aequator in A und Q und sein Parallel in L und R geschnitten. Der eine Schnitt geschiehet in dem halben Circul PZ*p*; der zweete in dem halben Circul PN*p*. Das Punct L des Parallels, wo der erste Schnitt geschiehet, lieget näher an dem Scheitelpunct, als jedes andre Punct B dieses Parallels, und das Punct R, wo der zweete Schnitt geschiehet, lieget weiter, als jedes andere Punct desselben, von dem Scheitelpuncte entfernet.

Man

Digitized by Google

Man ziehe, um dies einzusehen, die Bogen ZB und PB, so erhält man das sphärische Dreyeck PZB. In demselben ist PZ + ZB > PB, und weil PB = PL = PZ + ZL. <, so ist auch PZ + ZB > PZ + ZL, und daher ZB > ZL. Gleichergestalt ist auch PZ + PB > ZB, und weil PB = PR auch PZ + PR, oder ZR > ZB. Hieraus folget, daß ein Weltcörper in der täglichen Bewegung seinen grösten und geringsten Abstand vom Scheitelpunct erhalte, wenn er eben in diesem Circul, der durch den Scheitelpunct des Ortes und den Pol gehet, komt.

§. 19.

Dieser Circul schneidet nicht nur den Aequator und dessen Parallele in zween gleiche Theile, sondern auch selbst den Tagcircul theilt er auch in gleiche Theile, und auf eben die Art den Nachtcircul. Man nehme zwey Puncte eines Parallelcirculs B und C, welche gleich weit vom Scheitelpunct entfernet sind, und zu beyden Seiten des Circuls liegen, der durch die Pole des Horizonts und Aequators gehet, und ziehe die Bogen ZB, PB, imgleichen ZC, PZ; so erhält man zwey Dreyecke PZB und PZC, welche die gemeinschaftliche Seite PZ haben. Da nun PB und PC einander gleich sind, weil alle Puncte eines Parallels vom Pol gleiche Entfernung haben, und ZB und ZC nach der Voraussetzung gleich sind, so sind in den beyden Dreyecken die drey Seiten einander gleich, mithin auch die Winkel ZPB und ZPC, und die Bogen des Parallels LB und LC enthalten gleich viele Grade. Dies würde eben so stat finden, wenn die Bogen ZB und ZC 90 Grade enthielten, das ist, wenn die Puncte B und C im Horizont lägen. Die

Digitized by Google

Bogen TL und SL müssen auch einander gleich, und der Tagcircul SLT in L in zween gleiche Theile getheilet seyn. Der Beweis von der gleichen Eintheilung des Nachtcirculs ist von dem eben geführten in nichts unterschieden.

Der durch die Pole des Aequators und Horizonts gehende Circul bestimt daher nicht allein das Punct in dem Parallel, wo ein Weltcörper seine gröste und kleinste Höhe gegen den Horizont erreichet, sondern auch, wo er seinen halben Weg so wohl über als unter den Horizont zurückleget. Man nennet ihn deswegen den Mittagskreis (Meridianus), und man verstehet nun die Redensarten, ein Stern steht im Mittagskreise, und ein Stern culminiret. Die erste beziehet sich auf beyde Puncte, wo der Parallel vom Mittagskreise geschnitten wird; die andere nur auf das Punct, wo er die gröste Höhe erreichet.

§. 20.

Da der Mittagskreis den Horizont und alle dessen Parallele ebenfalls in zween gleiche Theile schneidet, so theilet er die ganze sichtbare Hälfte der Weltkugel in zween gleiche Theile. In dem einen Theile gehen die Sterne auf, und er heisset die Morgenseite; in dem andern, welcher die Abendseite genant wird, gehen sie unter. Das eine Durchschnittspunct X des Horizonts, welches am nächsten an den über den Horizont liegenden Pol ist, heisset Mitternacht, das entgegengesetzte Durchschnittspunct H, Mittag. Diese beyden Puncte haben die nöthigen Eigenschaften, welche zur Wahl eines solchen Punctes erfordert wurden, wo man die Grade des Horizonts zu zählen anfangen könte. Für eben dasselbe Zenith ist die

Digitized by Google

die Lage des Meridians und dieser Puncte unveränderlich, und sie können an jedem Orte auf eine ganz ähnliche Art bestimt werden.

§. 21.

Beyde erwähnte Puncte, sind auch würklich zu dieser Absicht gebraucht. Man zählet die Grade des Horizonts beydes vom Mittag und Mitternacht an, und in beyden Fällen, sowohl an der Morgen- als Abendseite, und dadurch wird der ganze Horizont in vier Quadranten abgetheilet. Der Bogen des Horizonts vom Mittag oder Mitternacht an bis dahin, wo der durch einen Weltcörper gehende Scheitelkreis den Horizont trift, heisset das **Azimuth**.

Der neunzigste Grad des Horizonts vom Mittag oder Mitternacht an gerechnet, an der Morgen und Abendseite der Weltkugel bestimmet eben die Puncte, wo der Aequator den Horizont schneidet. Das Punct, welches an der Morgenseite lieget, heisset **Morgen**, oder **Aufgang**; das andere aber an der Abendseite, **Abend**, oder **Untergang**. In diesen Puncten können nur die Weltcörper auf und untergehen, welche in dem Aequator liegen. Alle übrige müssen am Horizont in solchen Puncten auf und untergehen, welche davon entfernet sind. Der Bogen des Horizonts vom Morgen oder Abend an, bis da, wo ein Weltcörper auf oder untergehet wird **Morgenweite** oder **Abendweite** genant (amplitudo ortiva, occidua).

§. 22.

Durch diese Betrachtung gelanget man also zur Erkäntniß eines Circuls, auf welchen die Lage eines jeden Weltcörpers bestimmet werden kan. Sie wird

Digitized by Google

freylich dadurch nur für einen einzigen Ort auf der Erde, und auch da noch dazu nur für einen einzigen Zeitpunct angegeben werden können; allein sie hat doch den Nutzen, daß man sich von der Bewegung eines Weltcörpers einen richtigern Begrif machen kan. Man kan wenigstens daraus entscheiden, ob alle Weltcörper in der täglichen Bewegung in jedem Umlaufe dem Scheitelpunct gleich nahe kommen oder nicht, und durch diese Erkäntniß allein ist schon vieles gewonnen. Vortheilhafter wäre es freylich für die Wissenschaft, wenn man die Lage der Weltcörper gegen einen Circul bestimmen könte, der für alle Oerter der Erde eben derselbige wäre, und in Ansehung dessen die Weltcörper ihre Lage entweder gar nicht oder doch nicht so geschwinde veränderten. Die Bestimmung der Lage eines Weltcörpers würde für alle Oerter der Erde gelten, und die Astronomen würden dadurch mehr in den Stand gesetzet seyn, gemeinschaftlich und mit Bequemlichkeit an ihrem grossen Werke zu arbeiten.

§. 23.

Nach der §. 15. u. f. angeführten Beobachtung scheinet der Aequator zu dieser Absicht nicht ungeschickt zu seyn. Seine Lage ist entweder ganz unveränderlich, oder wenn sie Veränderungen unterworfen ist, so erfolgen sie doch nur langsam. Wenn man ferner nach der erlangten Erkäntniß die gemeinschaftliche Bewegung etwas genauer untersuchet, und alle Tage erforschet, wie weit sich derselbige Weltcörper dem Scheitelpunct nähere; so findet man, wenigstens bey den mehresten, daß sie demselben einen Tag so nahe kommen, als den andern. Die ersten Beobachter musten nothwendig glauben, daß die

Digitized by Google

die Lage ſolcher Weltcörper gegen dem Aequator ganz unveränderlich ſey, indem ihnen Veränderungen, die nur aus einer Vergleichung von vieljährigen Beobachtungen erkant werden konten, nothwendig unbekannt ſeyn muſten. Wenn man daher einen ſolchen Weltcörper an einem Orte gegen den Aequator beſtimt hat, ſo muß dieſe Beſtimmung für alle Oerter der Erde und für ziemlich lange Zeit gelten. Er hat die Eigenſchaft eines ſolchen Circuls, den wir ſuchen, und er iſt ſchon in den älteſten Zeiten zu ſolcher Abſicht gebraucht. Die Beſtimmung geſchiehet auf ähnliche Art, wie gegen den Horizont durch gröſte Circul, welche man ſich durch die Weltcörper ſenkrecht auf den Aequator vorſtellet, und welche daher ſämtlich durch die Weltpole gehen. Dieſe gröſten Circul nennet man **Abweichungskreiſe** (circuli declinationis), und den Abſtand eines Weltcörpers vom Aequator die **Abweichung** deſſelben (declinatio). Die Abweichung eines Weltcörpers und ſein Abſtand vom Weltpol, machen zuſammen 90° aus. Wenn man weiß, daß der Aequator die Weltkugel in zwo Hälften abtheilet, in deren einer der Nordpol und in der andern der Südpol liegt, ſo iſt es kaum nöthig anzumerken, daß die **Abweichung** eines Weltcörpers **nördlich** genant werde, wenn er in derjenig Hälfte liegt, darin ſich der Nordpol befindet; und **ſüdlich**, wenn er mit dem Südpol in einerley Hälfte liegt. Man kan (Fig. 1.) unter AGFB den Aequator, unter P den Weltpol, unter PG und PF, PA, Quadranten von Abweichungskreiſen gedenken, ſo ſind DG, EF, die Abweichungen der Puncte D und E; PD und PE, die Abſtände dieſer Puncte vom Weltpol, und man kan das, was §. 10.

Digitized by Google

11. angebracht ist, eben so auf den Aequator anwenden, wie es auf den Horizont geschehen ist. Auch hiebey komt es darauf an, ein geschicktes Punct zu finden, von welchen man die Grade des Aequators zu zählen anfängt. Es muß ebenfalls eine Lage haben, die entweder ganz unveränderlich ist, oder doch nur langsam verändert wird. Eine nur beyläufige Beobachtung der Bewegung der Sonne, wird uns dasselbe anweisen.

§. 24.

Wenn man kurz nach dem Untergange der Sonne auf den gestirnten Himmel Acht hat, so wird man finden, daß die Sterne, welche jetzt am Horizont im Morgen stehen nach einiger Zeit bey dem Untergange der Sonne schon höher über dem Horizont liegen, und sich der Sonne genähert haben. Diese Entfernung der Sterne von der Sonne nimt nach und nach beständig ab, dergestalt, daß sie der Sonne endlich so nahe kommen, daß sie mit ihr zugleich am Horizont im Abend stehen, und zugleich mit ihr untergehen. Dann sehen wir diese Sterne eine Zeitlang überall nicht. Aber nach einiger Zeit gehen sie zeitig genug vor der Sonne auf, daß sie frühe am morgentlichen Horizont gesehen werden. Ihre Entfernung von der Sonne nimt immer zu, bis sie endlich am abendlichen Horizont stehen und untergehen, wenn die Sonne aufgehet. Dann nimt ihre Entfernung von der Sonne wiederum ab, und bald siehet man sie am morgentlichen Horizont, wenn die Sonne untergehet, und nun gehen diese Erscheinungen wieder, wie vorher, vor.

Man gebrauchte in den ältesten Zeiten dieses Verschwinden und Erscheinen der Sterne, welches von ihrer

Digitized by Google

ihrer Lage gegen die Sonne abhänget, die verſchiedenen Jahrszeiten zu unterſcheiden; man nante dies periodiſche Erſcheinen und Verſchwinden der Sterne ihren Aufgang und Untergang, und unterſchied die verſchiedenen Umſtände, in welchen ſie geſchehen, durch beſondere Beywörter. Wenn ein Stern kurz vor dem Aufgange der Sonne zu erſcheinen anfängt, ſo ſcheinet er ſich aus den Sonnenſtrahlen, die ihn vorher unſichtbar machten, zu wickeln, und da ſeine Entfernung von der Sonne immer mehr und mehr zunimt, wird er auch durch einen größern Theil ſeines Weges über den Horizont ſichtbar. Dies nennet man ſeinen **Aufgang aus den Sonnenſtrahlen** (ortus heliacus), und weil man den Uebergang zu dieſes Erſcheinen in die Zeit ſetzen muſte da er zugleich mit der Sonne aufgieng, ſo nante man dieſen Aufgang des Sterns ſeinen **Aufgang mit der aufgehenden Sonne** (ortus coſmicus). Wenn er ſich nun ſo weit von der Sonne entfernet hat, daß er am abendlichen Horizont verſchwindet, wenn die Sonne aufgehet und mithin überall unſichtbar wird, ſo hieß ſolches ſein **Untergang mit der aufgehenden Sonne** (occaſus coſmicus). Wenn er ſich nun der Sonne wieder nähert, ſo verſchwindet er endlich wieder, wenn er ihr ſo nahe komt, daß er vor ihren Strahlen am abendlichen Horizont nicht weiter geſehen werden kan, und das iſt ſein **Untergang in den Sonnenſtrahlen** (occaſus heliacus). Dieſes Verſchwinden währet fort bis er mit der untergehenden Sonne zu gleicher Zeit untergehet, das nante man ſeinen **Untergang mit der untergehenden Sonne** (occaſus acronycus). Nun entfernet er ſich immer weiter von der Sonne bis er endlich aufgehet,

Digitized by Google

wenn die Sonne untergehet und das ist sein Aufgang mit der untergehenden Sonne (ortus acronycus). Vor dem Gebrauch der Calender waren dieses dem gemeinen Manne sehr bekante Dinge, und er richtete sich darnach allein in seinen wirthschaftlichen Verrichtungen.

§. 25.

Man muß aus dieser beobachteten Veränderung der Lage der Sonne gegen die übrigen Sterne schliessen, daß die Sonne ausser der gemeinschaftlichen Bewegung von Morgen gegen Abend noch eine andere eigene Bewegung vom Abend gegen Morgen habe. Sie nähert sich nämlich den von ihr gegen Morgen liegenden Sternen, und entfernet sich von denen, die ihr gegen Abend liegen. Wenn wir auf die Linie, in welcher sie sich beweget einige Aufmerksamkeit wenden, so finden wir bald, daß sie unserm Scheitelpuncte nicht alle Tage gleich nahe komme, und daß ihre eigene Bewegung daher weder im Aequator noch in einem seiner Parallele geschehe. Der Ort ihres Aufganges lehret uns, daß wenn sie im Frühling im wahren Morgen und Abend auf und untergehet, dieses bald darauf mit einer nordlichen Morgen und Abendweite geschehe, welche anfangs anwächset, dann wieder abnimt bis sie im Herbste wieder im wahren Morgen und Abend auf und untergeht. Alsdann erhält sie eine südliche Morgen und Abendweite, welche so wie die nordliche anwächset und abnimt. Man siehet leicht, daß die Sonne dann, wenn sie im wahren Morgen und Abend auf und untergehet, im Aequator stehe, und daß daher die Linie, in welcher sie sich beweget, den Aequator schneide. Bemerket man nun die Gestirne, welche zu der Zeit am Horizont

Digitized by Google

zont im wahren Abend stehen, wenn die Sonne im Frühling und Herbst im wahren Morgen aufgehet, so findet man, daß sie um einen ganzen halben Circul von einander abstehen, und man muß daraus schliessen, daß die Puncte des Aequators, in welchen er von dem Wege, den die Sonne nimt, geschnitten wird, ebenfalls 180° von einander entfernet sind. Der Weg der Sonne an der Oberfläche der Weltkugel schneidet also einen grösten Circul der Weltkugel in zween gleiche Theile, und deswegen muß er selbst ein grösster Circul seyn. Man nennet ihn die Ecliptik.

Die ersten Beobachter hielten die Lage dieser Durchschnittspuncte für unveränderlich, und in der That ist ihre Veränderung so langsam, daß man kein bequemeres Punct finden kan, wo man die Grade des Aequators zu zählen anfangen könte. Man gebraucht dazu dasjenige, in welchem die Sonne im Frühling durch den Aequator gehet und nennet es das **Frühlingspunct** oder den **Anfang des Widders**, weil ein Stern im Kopfe des Widders das Punct war, wo die Alten die Grade des Aequators zu zählen, anfiengen. Ein Bogen des Aequators von diesem Punct angerechnet bis dahin, wo der durch einen Weltcörper gehende Abweichungskreis den Aequator trift, heisset die **grade Auffsteigung** desselben. Die alten Astronomen nanten es die Länge, allein dies Wort gebraucht man gegenwärtig in der Astronomie in einem andern Verstande.

Durch die grade Auffsteigung und Abweichung wird die Lage eines Weltcörpers gegen den Aequator eben so bestimt, als durch das Azimuth und die Höhe gegen den Horizont. Nur mit dem Unterscheid, daß die

die Grade des Aequators in einem fort vom Abend gegen Morgen, gezählet werden, welches, wie wir gesehen haben bey den Graden des Horizonts nicht geschiehet.

§. 26.

Ausser der Sonne siehet man mit blossen Augen noch einige andere Weltcörper, die ihre eigene Bewegung haben. Der Mond, die unter folgenden Nahmen und Zeichen bekante fünf Planeten:

Merkur.	Venus.	Mars.	Jupiter.	Saturn.
☿	♀	♂	♃	♄

Imgleichen die Cometen gehören hieher. Die erstern bewegen sich eben so wie die Sonne von Abend gegen Morgen, die Cometen aber nicht alle. Die Wege, in welchen sich die Planeten bewegen, sind von der Eccliptik nicht sehr unterschieden. Wir werden in der Folge zeigen, daß die Planeten sowohl, als Cometen, sich alle um die Sonne bewegen, und daher werden die Tabellen, nach welchen ihre Lage berechnet werden kan, einfacher und die Rechnung kürzer und leichter, wenn ihre Lage gleich gegen die Eccliptik bestimt wird. Da man aber die Lage der Fixsterne, die keine eigene Bewegung haben, besonders gebraucht die jedesmahlige Lage der Planeten und Cometen zu bestimmen, so ist es in der Astronomie auch zugleich eingeführet, den Ort der Fixsterne in Beziehung auf die Eccliptik anzugeben. Man gebraucht eben das Durchschnittspunct des Aequators und der Eccliptik zum Anfangspunct die Grade der Eccliptik zu zählen. Man zählet sie in einem fort, wie die Grade des Aequators. Zugleich theilet

Digitized by Google

theilet man aber die ganze Eccliptik in 12 gleiche Theile die man himliſche Zeichen nennet, deren jedes alſo 30 Grade einnimt. Sie haben ihre Nahmen von den Geſtirnen, welche die Sonne auf ihrem Wege an der Oberfläche der Weltkugel antrift. Es ſind folgende mit ihren gewöhnlichen Zeichen und Zahlen.

♈ 0. Der Widder. (aries)

♉ 1. Der Stier. (taurus)

♊ 2. Die Zwillinge. (gemini)

♋ 3. Der Krebs. (cancer)

♌ 4. Der Löwe. (leo)

♍ 5. Die Jungfrau. (virgo)

♎ 6. Die Waage. (libra)

♏ 7. Der Scorpion. (Scorpius)

♐ 8. Der Schütze. (arcitenens)

♑ 9. Der Steinbock. (capricornus)

♒ 10. Der Waſſermann. (aquarius)

♓ 11. Die Fiſche (piſces)

Wenn man daher in der Eccliptik einen Bogen von 21 Grad angeben ſoll, ſo ſagt man 0 ♈. 21° oder 21° im Widder; ein Bogen von 70° wird durch 2 ♈. 10° oder durch 10° in den Zwillingen, und ſo in den übrigen Fällen angegeben. Man bedient ſich dieſes Ausdrucks auch zuweilen für die Grade des Aequators.

Digitized by Google

Da die Nahmen dieser Gestirne grösstentheils von Thieren hergenommen sind, so nennet man auch den ganzen Streifen am Himmel den diese Gestirne einnehmen und in dessen Mitte die Ecliptik lieget, den **Thierkreis** (Zodiacus). Er ist ungefehr 16° breit.

§. 27.

Wenn man nun einen Weltcörper in seiner Lage gegen die Ecliptik bestimmen will, so folget man eben der Methode, die in den vorigen Fällen angewendet worden. Indem man nemlich durch einen solchen Weltcörper einen grösten Circul senkrecht auf die Ecliptik gezogen hat, so bestimmet der Bogen dieses Circuls von dem Weltcörper bis an der Ecliptik den Abstand des Weltcörpers von der Ecliptik, welchen man desselben **Breite** (latitudo) zu nennen pfleget. Das Complement der Breite ist der Abstand desselben vom Pole der Ecliptik, und die grösten Circul, welche auf der Ecliptik senkrecht stehen und also durch die Pole derselben gehen, heissen **Breitenkreise** (circulus latitudinis). Der Bogen der Ecliptik von dem Anfangspunct an bis zu dem Punct, wo der Breitenkreis eines Weltcörpers die Ecliptik trift, wird die **Länge** (longitudo) des Weltcörpers genant.

Wenn man (Fig. 1.) AGFB für die Ecliptik, P für ihren Pol, und also PA, PG, PE für Breitenkreise annimt, so ist DG die Breite des Puncts D, und man kan hier auch wiederum anwenden, was §. 10, 11. gesaget worden.

Dies sind die drey Arten, auf welche gewöhnlich die Lage eines Weltcörpers an der Oberfläche der Weltkugel bestimt wird. Man wird aber aus dem

bey-

Digitized by Google

beygebrachten sehen, daß die Circul, auf welche diese Beziehung geschiehet nicht willkührlich angenommen worden, sondern daß man sie natürlicher Weise nicht anders habe wählen können, indem man dazu entweder durch den bloßen Anblick des Weltgebäudes oder durch die ersten und gemeinsten Beobachtungen geleitet worden, welche man unmöglich bey der geringsten angewendeten Aufmerksamkeit hat verfehlen können.

Zweytes Capittel

Anwendung der Lehre von den Kugelschnitten zu Bestimmung der Lage der Oerter auf der Oberfläche der Erde.

§. 28.

Ehe wir nun zur Erfindung der Methoden und Werkzeuge fortgehen, durch deren Anwendung die Lage der Weltcörper an der Oberfläche der Weltkugel in Beziehung auf die im vorigen Capittel erwähnte Circul bestimt werden können, wird es nöthig seyn uns um die Beschaffenheit des Ortes in der Weltkugel zu bekümmern, aus welchen wir beobachten. Ohne diese Betrachtung würden wir von der Richtigkeit der Beobachtungen und der daraus hergeleiteten Schlüsse nicht gewiß seyn; ohne sie würden wir die gemeinen Eigenschaften der Materie nicht hin-

Digitized by Google

hinlänglich kennen, welche der Anwendung dieser Methoden zur Grundlage, und uns bey dem Gebrauch der Werkzeuge zum Leitfaden dienen muß. So weit aber, als die Käntniß der Erde zu dieser Absicht nöthig seyn kan, werden sich auch nur meine Betrachtungen darüber hieselbst erstrecken.

§. 29.

Daß die Erde eine Ründung habe, welche der kugelformigen Gestalt sehr nahe kommen muß, ist ein Satz, dem die geringste Aussicht auf die Erde eine so augenscheinliche Gewißheit giebet, daß man sich wundern muß, wie er jemahls auch in den Zeiten der grösten Unwissenheit hat in Zweifel gezogen werden können. Man darf ihn zu erkennen nicht erst weitläuftige astronomische Beobachtungen anstellen, die Erde selbst beut eine Menge Gegenstände an, in deren jedem eine geringe Aufmerksamkeit, Beweise dafür finden kan.

Es ist eine sehr gemeine Erfahrung, daß man in einiger Entfernung die Spitzen der Thürme, Berge, Felsen und anderer erhabener Oerter ehe erblicket, als die niedrigere Theile derselben. Man wird diese Erfahrung selbst in dem Fall haben, wenn man sich ihnen auf einer weit ausgestreckten scheinbaren Ebene nähert, von welcher Seite solches auch geschehen mag. Diese Erfahrung lehret noch weiter, daß man an diesen Dingen in gleichen Entfernungen um und um gleiche Höhen zu sehen anfange, und daraus folget sogleich, daß die Horizontalfläche die Oberfläche der Erde nur in einem Punct berühre. Wenn diese Erfahrung in aller Genauigkeit ihre allgemeine Richtigkeit hätte, so würde daraus folgen, daß die Erde

Digitized by Google

eine vollkommene Kugel sey. Es seyn (Fig. 4.) A und B zwey Puncte auf der Oberfläche der Erde; man lege durch A und B Flächen, welche die Erde daselbst berühren, und richte die Linien AD und BE senkrecht auf die berührenden Flächen auf. Wenn zwischen A und B keine Krümmung wäre, die erhaben ist, so müste man von A aus den Punct B sehen können, so bald man irgend einen Punct der Linie BE sehen könte. Man siehet aber in A von der Linie BE nichts von dem, was zwischen B und E lieget, sondern nur das, was von B weiter weglieget, als E. Hieraus folget zuerst, daß zwischen A und B eine erhabene Krümmung sey, denn wir nehmen an, daß kein fremdes Hinderniß der Aussicht von A nach B im Wege stehe. Von B nach A ist die Aussicht eben so beschaffen. Wir sehen von der Linie AD von B aus das nicht, was zwischen A und D lieget, sondern nur das, was über D weg lieget, und wir nehmen an, daß AD=BE sey. Daraus folget die Gleichheit der Winkel bey D und E, imgleichen der Linien AE und BD. Man darf dann nur die grade Linie AB ziehen, so findet man, daß die Winkel DAB und EBA größer, als zween rechte Winkel sind, und und daher die Linien DA und EB nach der andern Seite hin bey C zusammen laufen müssen. Aus der Gleichheit der Dreyecke CBD und CAE schliesset man nun die Gleichheit der Seiten CD und CE, mithin auch der Linien CA und CB. Da nun bey der gemachten Voraussetzung die Gleichheit dieser Linien für jedes Punct der Oberfläche der Erde folgen würde, so erkennet man daraus, daß aus ihr eine vollkommen kugelförmige Figur der Erde geschlossen werden könne.

Digitized by Google

§. 30.

Es ist meine Absicht nur hieselbst beyläufig die Figur der Erde zu bestimmen, und ich werde es daher noch nicht ausmachen dürfen, ob diese Voraussetzung in aller Strenge stat finde oder nicht. Mir kan es genug seyn, daß die Erfahrung lehret, daß sie beynahe allenthalben auf der Erde stat findet, um daraus schliessen zu können, daß ihre Gestalt von der Figur einer Kugel nicht sehr abweiche. Die Astronomen haben auch nie diese so einleuchtende Wahrheit verkant, und Thales muste sie nebst allen denen, die eine Mondfinsterniß angekündiget haben, voraussetzen. Nur in den Zeiten der tiefsten Barbarey konte sie in Zweifel gezogen und mit Heftigkeit und Wuth bestritten werden. Aber weder die Gründe, welche diese Leute für ihre Meynungen angeführet haben, noch ihre Einwürfe wider diese Wahrheit verdienen einige Aufmerksamkeit. Sie können nicht ohne Satire erzählet werden. Man findet sie fast bey allen Schriftstellern, die die mathematische Erdbeschreibung abgehandelt haben.

Da die Linien AD und BE auf die Flächen senkrecht stehen, welche die Erde in den Puncten A und B berühren, und da diese Flächen einerley sind mit den Horizontalflächen für die Oerter A und B, so sind die Linien AD und BE zugleich die Richtungslinien, in welchen schwere Cörper zur Erde hinabfallen. Denn von diesen lehret die Erfahrung, daß sie senkrecht auf die Horizontalfläche fallen. Man kan auch deswegen sagen, daß die schweren Cörper eine Neigung haben, in den Mittelpunct der Erde hinab zu fallen, und dieser Satz würde in aller Strenge wahr seyn, wenn die Figur der Erde eine vollkommene Kugel wäre.

§. 31.

Digitized by Google

§. 31.

Wenn man sich nun unter *sprq* (Fig. 5.) die Erdkugel vorstellet, und sich auf ihrer Oberfläche in dem Orte *p* zu seyn einbildet, wo die verlängerte Richtungslinie der Schwere oder der Halbmesser der Erdkugel C*p* in den Pol P der Weltkugel SPRQ trift, so kan der Scheitelpunct dieses Orts von der gemeinschaftlichen Bewegung der Weltkugel gar keine Veränderung leiden. Eben dies findet auch für den Ort *q* statt, dessen Scheitelpunct der andere Pol der Weltkugel Q ist. Dieser Durchmesser der Erde *pq* lieget daher in der Weltaxe PQ, die deswegen durch den Mittelpunct der Erde gehet. Man nennet auch diesen Durchmesser die Erdaxe, und die Puncte auf der Oberfläche der Erde *p* und *q* die Erdpole, und zwar Nordpol und Südpol, nachdem der Nordpol oder Südpol der Weltkugel in ihrem Scheitelpunct liegt. Dieses sind die einzigen Oerter auf der Erde, welche die parallele Kugel §. 17. haben. Sie sehen daher nie andere Weltcörper über ihren Horizont, als welche mit ihrem Scheitelpunct an einerley Seite des Aequators liegen, und die tägliche Bewegung bringet ihrem Scheitelpunct dieselben nicht näher und entfernet sie auch nicht von derselben; die Linie von dem Weltpole nach solchem Puncte stehet senkrecht auf dessen Horizont. Dies sind Merkmaale, woran man diese Oerter der Erde von allen übrigen unterscheidet.

§. 32.

So bald man sich nun auf der Erde von diesen Puncten entfernet nach *r* z. E., so werden nach und nach alle Puncte des Parallels der Weltkugel RNSL, welcher von dem Weltpole P eben so weit entfernet

Digitized by Google

ist, als der Ort *r* von dem Erdpol *p*, in dem Scheitelpunct des Orts *r* kommen, und dies gilt von allen Puncten des Circuls *sr* auf der Oberfläche der Erde, die ihren Pol in *p* hat. Ihre Scheitelpuncte liegen allesamt in einem Punct des Parallels RNSL, und jeder Punct desselben wird in der gemeinschaftlichen Bewegung nach und nach ein Scheitelpunct von jedem Orte des Circuls der Erde *sr*. Es ist aber auch nicht schwer einzusehen, daß es für jeden Ort der Erde einen Parallel an der Oberfläche der Weltkugel geben müsse, der eine solche Beziehung auf ihn hat. Entfernet man sich vollends auf der Erde von *p* um einen ganzen Quadranten, so muß auch der Parallelcircul der Weltkugel, den man da im Scheitelpunct erhält, 90° von dem Weltpole P selbst entfernet seyn, das heist, er muß der Aequator selbst seyn, und der Circul auf der Erde *av* lieget mit dem Aequator der Weltkugel AV in einer Ebene. Man nennet diesen Circul *av* auch den Aequator, oder schlechtweg die Linie. Die kleinere Circul, welche mit *av* parallel gehen, heissen Parallelcircul, oder schlechtweg Parallele.

Aus diesen angeführten Erscheinungen folget, daß der Mittelpunct der Erde auch der Mittelpunct des Aequators und mithin der Weltkugel sey, und danächst, daß der Abstand eines Ortes auf Erden *r* von der Linie oder vom Pole *p*, sich aus der Abweichung seines Scheitelspunct oder dessen Abstande vom Weltpole ermessen lasse.

§. 33.

Wenn ich sage, daß man den Mittelpunct des Aequators und daher auch den Mittelpunct der Weltkugel

Digitized by Google

kugel in dem Mittelpunct der Erde ſetzen müſſe, ſo widerſpricht ſolches demjenigen nicht, was ich §. 8. behauptet habe, daß man ſich allemahl den Mittelpunct der Weltkugel da einbilden werde, wo man ſich in dem unendlichen Raume befindet. Ich ſehe hier blos auf den Mittelpunct der gemeinſchaftlichen Bewegung der Weltkugel, und den kan ein Bewohner der Erde ſich nirgend ſonſt, als in dem Mittelpuncte der Erde, gedenken. Denn eben daraus, daß man ſich an jedem Orte der Oberfläche der Erde einbildet, in dem Mittelpuncte dieſer Bewegung zu ſeyn, folget, daß der Mittelpunct der Erde der eigentliche Mittelpunct dieſer Bewegung ſey. In der Folge werde ich zeigen können, daß die ganze Bewegung der Weltkugel eingebildet ſey, und daß unſere Vorſtellung davon allein von der uns unmerkbaren Bewegung der Erde um ihre Axe ihren Urſprung nehme. Und dann werden wir den Mittelpunct derſelben ganz nothwendig in dem Mittelpunct der Erde ſetzen müſſen. Allein zu unſerer gegenwärtigen Abſicht iſt auch die eingebildete Bewegung der Weltkugel hinreichend. Auf einem andern Weltcörper würden wir eine ganz andere gemeinſchaftliche Bewegung, andere Pole und daher auch einen andern Mittelpunct ſolcher Bewegung, vermuthlich in dem Mittelpuncte dieſes Weltcörpers, annehmen müſſen.

§. 34.

Der Aequator iſt alſo einer der gröſten Circul für die Weltkugel ſowohl als für die Erdkugel, und da der Abſtand eines Puncts auf der Erde von dem Aequator der Erdkugel einerley iſt mit der Abweichung ſeines Scheitelpuncts, und folglich auf eben der Art,

Digitized by Google

wie diese Abweichung bestimt werden kan, so hat der Aequator oder die Linie alle erforderliche Eigenschaften eines Circuls, in dessen Beziehung die Oerter der Erde bestimt werden können. Es geschiehet diese Bestimmung auf die Weise, wie bereits oft gezeiget worden. Zuerst durch gröste und auf die Linie senkrecht stehende Circul, welche man sich durch die zu bestimmende Oerter vorstellet. Der Bogen eines solchen Circuls von dem Orte auf der Erde bis an die Linie bestimmet den Abstand von der Linie und dieser heisset eines solchen Ortes Breite. Das Complement der Breite ist der Abstand dieses Ortes vom Pole, welcher durch den Bogen des erwähnten Circuls von dem Orte bis zu dem Pol angegeben wird. Danächst muß man nun ein Punct suchen, von welchem man anfänget die Grade der Linie zu zählen, und man nennet den Bogen der Linie von dem Anfangspunct bis dahin, wo der durch einen Ort und durch die Pole gehender Circul die Linie schneidet, die Länge des Ortes. §. 35.

Man wird hiebey zuerst gewahr werden, daß diese Kunstwörter, Länge und Breite, sich in der Erdbeschreibung so auf die Linie beziehen, wie in der Astronomie auf die Ecliptik. In den ältesten Zeiten hatten diese Worte in der Astronomie eben die Bedeutung, welche sie jetzt in der Erdbeschreibung haben, und man behielte sie hier bey, weil man die Oerter auf der Erde nur auf einerley Weise, nämlich allein gegen den Aequator, bestimmen konte. Man wird ferner leicht erkennen, daß der gröste Circul, welcher durch einen Ort der Erde auf die Linie senkrecht gezogen wird, in die Fläche des Mittagskreises falle §. 19. Er ist in der That nicht anders, als die Linie, in welcher

der

Digitized by Google

der Mittagskreis eines Ortes die Oberfläche der Erde schneidet, und heist auch hier der Mittagskreis, so wie die grade Linie, in welcher der Mittagskreis den Horizont eines Ortes schneidet die Mittagslinie genant wird. Der Mittagskreis, welcher durch das Punct der Linie gehet, wo man anfängt ihre Grade zu zählen, heisset der erste Mittagskreis. Wenn man sich (Fig. 1.) unter APB die Erdkugel, unter AGFB die Linie, unter P deren Pol vorstellet, und A für den Anfangspunct der Linie nimt, so ist PA der erste Mittagskreis, PG und PE sind Quadranten der Mittagskreise der Oerter D und E; AG und AF sind die Längen der Oerter D und E; DG und EF ihre Breiten, und man kan auch hier alles anwenden, was §. 10. 11. überhaupt von den Bestimmungen in Ansehung dieser Kreise gesaget worden.

§. 36.

Man kan diese Gedanken gleich anfangs zu ihren nächsten Folgen, und wenigstens dahin erweitern, daß man zu der Einsicht gelanget, wie es möglich sey, durch astronomische Beobachtungen zur Käntniß von der Lage der Oerter auf der Erde zu gelangen. Zu dem Ende stelle man sich noch einmahl (Fig. 5.) zwo Kugeln vor, die einerley Mittelpunct haben; die kleinere sey die Erde, die grössere die Weltkugel. Uebrigens mögen die Buchstaben noch alles, wie vorher bedeuten. P, *p*, *q*, Q die Pole; SR, *sr*, zween zu einander gehörige Parallele, *amv* die Linie AMV der Aequator. Nach dem, was eben gezeiget worden, sind PAQ, *paq*; PMQ, *pmq*; PVQ, *pvq*; Mittagskreise der Weltkugel und der Erdkugel, von welchen sich je zween und zween auf einander beziehen. Gesetzt *paq* sey der erste Mittagskreis, und man wolle die Lage eines Ortes *l* auf der Erde bestimmen,

Digitized by Google

so ist leicht zu sehen, daß seine Lage bekant seyn muß, wenn man die Größe der Bogen *am* und *ml* weiß. Aber diese Bogen enthalten eben so viele Grade, als AM und ML, weil sie zu einerley Winkel in dem Mittelpuncte der Kugel ACM und MCL gehören. Auf eben die Art wie man zur Erkäntniß der Abweichung des Puncts L an der Weltkugel gelanget, komt man auch zur Bestimmung der Breite des Ortes *l* auf der Erdkugel, wovon L der Scheitelpunct ist. AM ist ein Bogen im Aequator. Man erkennet also den Abstand des Mittagskreises des Ortes *l* von dem ersten Mittagskreise, oder die Länge von *l*, durch eben die Methode, wodurch man diesen Bogen AM erforschet. Ob wir nun gleich hier die Methode nicht angeben können, wie der Bogen AM gefunden wird, so ist doch so viel daraus begreiflich, daß man die Lage der Oerter auf Erden durch Beobachtungen am Himmel erkennen könne, und die Folge wird zeigen, daß diese Erkäntniß dadurch am bequemsten erhalten werde. Beyläufig kan man hier zugleich anmerken, daß alle Oerter, in einerley Parallel *slv* gelegen, gleiche Breite haben, so wie allen, welche unter einerley Mittagskreise *plmq* liegen, gleiche Länge zukomt.

§. 37.

Alles, worauf es bey dieser Betrachtung noch ankomt, bestehet darin, daß ein geschicktes Punct auf der Erdkugel ausgemacht werde, von welchem man anfangen könte, die Grade der Linie zu zählen, oder dessen Mittagskreis der erste wäre. An der Weltkugel fand man in dem Durchschnittspunct des Aequators und der Eccliptik die dazu nöthigen Eigenschaften. Allein auf der Erdkugel findet solches keine An-

Digitized by Google

Anwendung, weil es bey der gemeinschaftlichen Bewegung der Weltkugel täglich die Mittagskreise aller Oerter der Erde durchläuft. So viel man auch bisher den Erdboden kennen gelernet, so hat man doch nicht gefunden, daß ein Ort darin vor dem andern einigen Vorzug in der Absicht behaupten könte, daß sein Mittagskreis eben der erste seyn müste. Wenn man nur zween Oerter mit einander vergleichen will, so kan man sich dieser Wahl gänzlich überheben, man darf nur den Abstand dieser Mittagskreise wissen. Da dies in der Astronomie stat findet, wenn man an verschiedenen Orten gemachte Beobachtungen mit einander vergleichen will, so spricht man auch in derselben mehr von dem Unterscheid der Mittagskreise der Oerter, als von ihrer Länge, welche einen ersten Mittagskreis voraussetzt. Und daher darf man sich nicht wundern, wenn fast jeder Astronom seinen Mittagskreis als den ersten ansiehet, und nur den Unterscheid der Mittagskreise anderer Oerter gegen den seinigen bestimmet, wie man solches in den Ephemeriden und anderen zum Gebrauch der Astronomen verfertigten Schriften findet.

§. 38.

Wenn man aber geographische Projectionen oder Charten machen will, so ist es nöthig einen ersten Mittagskreis anzunehmen um darnach die Grade der Linie zu zählen, und jedem Ort die ihm darnach zukommende Länge zu geben. An sich ist es freylich gleichgültig, welchen Mittagskreis man dazu erwählet. Wenn man aber bedenket, daß diese Arbeit auch für Leute bestimt ist, bey welchen man die Fähigkeit weitläuftige Vergleichungen anzustellen eben nicht voraussetzen darf, so siehet man wohl, daß man

Digitized by Google

sie durch öftere Veränderung des ersten Mittagskreises und der davon abhängenden Länge der Oerter nur in Ungewißheit und Verwirrung über die Lage der Oerter setzen werde. Eben diese Leute haben auch oft nicht die gehörige Ruhe und Gelassenheit, welche ihnen lange Ueberlegungen verstattet, und von ihrem oft augenblicklich gefasten Endschluß hänget oft ihre ganze Wohlfarth ab. Man hat daher Ursache, so viel immer möglich, alles zu vermeiden, was entweder ihre Käntniß von der Lage der Oerter verwirren oder der Fertigkeit in Anwendung derselben hinderlich seyn könte. Es fällt in die Augen, daß wider diese Regul gehandelt werde, wenn die Länge der Oerter in jeder Charte anders ausgedrückt wird, weil die Erkäntniß dieser Leute gröstentheils ein Werk des Gedächtnisses ist, und es wäre überaus nützlich, wenn die Erdbeschreiber sich über einen ersten Mittagskreis vereinigten, der überall in den Charten angenommen würde.

§. 39.

Indessen hat man darüber nichts allgemein angenommen. In den ältesten Zeiten, von welchen uns über diese Sache Denkmale übrig geblieben, schien der Ocean die gewisse Gränze alles Landes zu seyn, was gegen den Abend lag. Sie rückten daher ihren ersten Mittagskreis so weit gegen Abend, als sie konten. Ptolomäus der das wichtigste, was von ihnen hierin geschehen, aufbehalten und uns überliefert hat, nahm den ersten Mittagskreis einen Grad jenseit der glücklichen oder canarischen Insuln an, welche damals das äusserste gegen Abend bekante Land war, und zählete so von Abend gegen Mor-

gen

Digitized by Google

gen die Grade der Linie. Als lange Zeit nachher noch so wichtige Länder gegen Abend entdeckt wurden, setzten auch einige Erdbeschreiber den ersten Mittagskreis weiter gegen Abend, theils in die Inseln des grünen Vorgebürges, theils in die azorischen Inseln. Hondius nahm in seinen Charten das erstere, und Mercator in den seinigen das letztere an, weil die Magnetnadel in der Gegend keine Abweichung von der wahren Mittagslinie haben sollte. Wenn dies letztere beständig wäre und nicht auch unter andern Mittagskreisen Oerter lägen von eben der Beschaffenheit, so wäre er mit guten Grunde gewählet. Da aber das erstere durch Beobachtungen widerleget und das zweyte bestätiget wird, so erhielte Mercators Wahl hierin keinen Vorzug. In den folgenden Zeiten sahe man ein, daß man in der Veränderung des vom Ptolomäus angenommenen ersten Mittagskreises einen Fehler begangen habe, und man brachte ihn deswegen wieder in die canarischen Inseln zurück. Die Holländer legen in ihren Charten den ersten Mittagskreis durch einen ungemein hohen Berg auf der Insel Taneriffa, und die Franzosen in den ihrigen durch den am meisten gegen Abend liegenden Theil der Insel Ferri, so daß der Mittagskreis für den Zwanzigsten Grad der Länge grade durch die Sternwarte von Paris gehet, und Ludwig der Dreyzehnte hat ausdrücklich verboten, darin weiter einige Veränderung vorzunehmen.

Die Schwedischen Erdbeschreiber legten in den Charten, die sie in den neuern Zeiten verfertigten, den ersten Mittagskreis durch die Sternwarte von Upsal. So lange ihre Landesleute keine andere Charten zu gebrauchen genöthiget sind, haben sie der,

von

Digitized by Google

von der Veränderung der Mittagskreise zu besorgenden Unbequemlichkeit vorgebeuget. Gleichwohl findet man auf Åkermanns künstlichen Erdkugel den ersten Mittagskreis durch die Insel Ferri geleget, so wie ihn die Franzosen annehmen.

§. 40.

Wir haben in der gemeinschaftlichen Bewegung der Weltkugel Gründe gefunden den Mittelpunct derselben in dem Mittelpunct der Erde anzunehmen. Die Vergleichung astronomischer Beobachtungen, welche an verschiedenen Orten auf der Oberfläche der Erde angestellet werden, erfordert ebenfalls, daß ein gemeinschaftliches Punct angenommen werde, auf welches alle Beobachtungen zurückgeführet werden, wozu kein bequemeres, als der Mittelpunct der Erde angenommen werden kan, und eben so wird die Folge zeigen, daß er auch der eigentliche Mittelpunct für die scheinbare Bewegung der Sonne sey. Es verstehet sich daher von selbst, daß alle Scheitelcircul mithin auch alle Horizonte, welche jene in zween gleiche Theile schneiden, durch den Mittelpunct der Erde gehen müssen. Die Horizontalfläche, welche nur die Oberfläche der Erde berühret, ist daher im genauesten Verstande kein gröster Circul, und der Bogen eines Scheitelkreises vom Scheitelpuncte an, auf der Oberfläche der Erde gemessen, muß allemahl gröſſer seyn, als wenn eben dieser Bogen aus dem Mittelpuncte der Erde wäre gemessen worden. Aus dieser Ursache sind die Astronomen genöthiget, sich für jeden Ort durch den Mittelpunct der Erde eine Fläche vorzustellen, welche mit der die Erde an solchen Ort berührenden Horizontalfläche parallel gehet. Sie nennen

Digitized by Google

nen diesen grösten Circul der Weltkugel den **wahren** (verum) Horizont, und die andere die Erde berührende Fläche den scheinbaren (apparentem). In der Folge werde ich die Fälle bemerken, wo es nöthig ist, diese Horizonte von einander zu unterscheiden, und wo man ohne Irrthum den scheinbaren Horizont stat des wahren gebrauchen kan; imgleichen wie man aus der, auf der Oberfläche der Erde gemessenen Höhe eines Weltcörpers, diejenige schliessen könne, welche man zu gleicher Zeit aus dem Mittelpuncte der Erde gefunden haben würde.

§. 41.

Es ist in ungemein vielen Fällen nöthig, die Gegenden des scheinbaren Horizonts zu unterscheiden; insonderheit ist diese Käntniß allemahl dem Schiffer unentbehrlich. Wenn er den Ort kennet, wo er sich befindet, und weiß, in welcher **Richtung**, nach dem Horizont gerechnet, der Ort seiner Bestimmung lieget, so würde er doch in seiner Farth diesen Ort nur auf gut Glück suchen müssen, wenn er nicht auch diese Gegenden des Horizonts von einander unterscheiden und jedesmahl finden könte. Wenn der Circul (Fig. 6.) den scheinbaren Horizont eines Ortes C vorstellet, so könte man ihn nach der angenommenen Gewohnheit in 360 Theile abtheilen und dadurch die Gegenden des Horizonts nach Graden bestimmen; allein eine so kleine Abtheilung würde dem Schiffer unnütze seyn. Zu diesem Gebrauch ist es genug, ihn in 32, wenn er es genauer nehmen will, in 64 und höchstens in 128 Theile zu theilen. Er nennet den 32sten Theil einen **Strich**, den 64sten einen **halben Strich**, und den 128sten Theil einen viertheil

Digitized by Google

theil Strich. Den zwey und dreyßig Gegenden giebt er besondere Nahmen, die sich leicht merken lassen.

§. 42.

Es sey also BA die Mittagslinie, so daß A, von C aus, gegen Mittag und B gegen Mitternacht liege, so nennet er A **Süden**, und B **Norden**. In C schneide man diese Mittagslinie durch die senkrechte Linie ED, so lieget D an der Morgenseite und E an der Abendseite des Horizonts. Das erstere Punct wird **Osten**, das letztere **Westen** genant. Dies sind die vier **Hauptgegenden** (plagae cardinales) des Horizonts, Wenn man nun jeden dieser Winkel in zween gleiche Theile theilet, so erhält man vier neue Gegenden. Ihre Nahmen werden aus den Nahmen der Hauptgegenden, zwischen welchen sie fallen zusammengesetzt, so daß Süden oder Norden beständig vorangesetzet wird. Diese vier Gegenden heissen also **Süd-Osten, Süd-Westen, Nord-Osten, Nord-Westen.** Man hat hiedurch noch vier Nebengegenden, und also überhaupt acht Gegenden des Horizonts erhalten.

§. 43.

Jede dieser Gegenden theilet man wieder in zween gleiche Theile, und giebt ihnen den Nahmen der Nebengegenden, denen man nur die Nahmen der Hauptgegenden, nach welchen sie hinliegen vorsetzet, so erhält man **Ost-Süd-Osten, Süd-Süd-Osten, Süd-Süd-Westen, West-Süd-Westen, West-Nord-Westen, Nord-Nord-Westen, Nord-Nord-Osten, Ost-Nord-Osten,** dies sind die zwoten Nebengegenden. Man hat hiedurch überhaupt sechszehn Gegenden des Horizonts. Jede dieser Gegenden theilet man wiederum in zween gleiche Theile. Sie erhalten ihre Nahmen von den

Haupt-

Digitized by Google

Haupt- und ersten Nebengegenden, an welchen sie zunächst liegen mit dem Zusatz der Hauptgegend, nach welcher sie hinliegen. Ost nach Süden, Süd-Ost nach Osten, Süd-Ost nach Westen, Süd nach Osten, Süd nach Westen, Süd-West nach Süden, Süd-West nach Westen, West nach Süden, West nach Norden, Nord-West nach Westen, Nord-West nach Norden, Nord nach Westen, Nord nach Osten, Nord-Ost nach Norden, Nord-Ost nach Osten, Ost nach Norden.

§. 44.

Diese Gegenden machen mit den vorigen zusammen 32 aus, und man findet ihre Nahmen gewöhnlich auf den Horizont, welchen die Schiffer bey sich zu führen pflegen und den sie eine Rose nennen, verzeichnet. In der Mittagslinie dieses Horizonts ist eine Magnetnadel angebracht, deren Nordpol in A lieget. Jederman weiß die Eigenschaft dieser Nadel, daß sie sich, wenn sie sich selbst gelassen ist, beständig mit dem Nordpol gegen Mitternacht, oder Norden richtet, wenn man ihre Abweichung an verschiedenen Orten nicht in Betrachtung ziehet. Diese Rose ruhet in horizontaler Lage auf einer feinen Spitze, so daß die dadurch entstehende Reibung gegen der Kraft, mit welcher sich die Nadel nach Norden drehet nicht in Betrachtung kommen kan. Die Kraft der Nadel erhält dadurch beständig die Linie AB der Rose in der Mittagslinie, und lehret dadurch an jedem Orte die Gegenden des Horizonts unterscheiden. Die ganze Zurüstung nennet man einen See-Compaß.

Es

Digitized by Google

Es war nur meine Absicht allhie die ersten Begriffe zur Käntniß der Erdkugel zu geben, und jetzt gehen wir weiter in unsern astronomischen Betrachtungen.

Drittes Capittel

Methoden und Werkzeuge, wodurch die Lage der Weltcörper und Oerter auf Erden in Beziehung auf die im vorigen angeführten Circul gefunden werden.

§. 45.

Man stelle sich eine durchsichtige Kugel vor, die um einen ihrer Durchmesser, als um einer Axe gedrehet werden kan, und auf deren Oberfläche zween der grösten Circul beschrieben sind, deren einer für die erwähnte Axe gehöret, und von dem andern unter einem Winkel geschnitten wird, welcher demjenigen gleich ist, welchen die Ecliptik und Aequator einschliessen, und welcher die Schiefe der Ecliptik genant wird. Man bringe die Axe dieser Kugel in eine Lage, welche der Weltaxe parallel ist, so wird der zu dieser Axe gehörige Circul mit dem Aequator in einer Fläche liegen. Dann theile man den zu der Axe gehörigen Circul in seine Grade, und nehme zum Anfangspunct dasjenige Durchschnittspunct desselben mit dem andern grösten Circul, von welchem dieser der zweete

Digitized by Google

zweete Circul nämlich gegen den Pol des erstern, welcher mit dem Nordpol des Aequators übereinkomt, hinaufsteiget. Man theile auch den andern Circul in seine 12 Zeichen und Grade, wie die Eccliptik. Wenn man nun bey unveränderter Lage der Axe, die Kugel um dieselbe dergestallt drehet, daß das Durchschnittspunct auf der Kugel mit dem Durchschnittspunct des Aequators und der Eccliptik am Himmel und dem Mittelpunct der Kugel in grader Linie liege, so wird die Fläche des andern Circuls in der Fläche der Eccliptik liegen. Die Kugel hat dann die Lage, daß jede aus dem Mittelpunct derselben nach einen Grad des Aequators oder der Eccliptik gezogene Linie, die Oberfläche der Kugel in eben dem Grade des einen oder andern Circuls durchschneidet; und umgekehrt, eine aus dem Mittelpuncte der Kugel durch einen gewissen Grad des einen oder andern gröſten Circuls gezogene Linie wird, wenn sie verlängert wird, durch eben den Grad des Aequators oder der Eccliptik an der Weltkugel, in dessen Fläche sie nämlich lieget, gehen.

§. 46.

Ueberhaupt hat diese Kugel nun eine solche Lage, daß jede zwey Puncte auf der Oberfläche derselben und an der Weltkugel, welche mit dem Mittelpuncte der Kugel in grader Linie liegen, eine gleichförmige Lage erhalten. Die grade Aufsteigung eines Puncts an der Weltkugel und dessen Abweichung, werden nämlich eben so viele Grade ausmachen, als wenn das gleichförmig liegende Punct auf der Kugel gegen den in der Fläche des Aequators liegenden Circul bestimt wird, und umgekehrt. Eben dies gilt auch von der Länge und Breite eines Puncts an der Weltkugel

kugel und der Bestimmung des gleichförmig liegenden Puncts auf der Oberfläche der Kugel.

Vermittelst dieses Werkzeuges kan man die Lage eines Weltcörpers gegen den Aequator und die Ecliptik bestimmen. Nachdem man dasselbe in die eben beschriebene Lage gebracht hat, visire man durch den Mittelpunct der Kugel nach den Weltcörper, dessen Lage man bestimmen will, und merke das Punct, wo diese Linie durch die Oberfläche der Kugel gehet. Wenn man nun die Lage dieses Puncts gegen den mit dem Aequator oder der Ecliptik in einer Fläche liegenden Circul abmisset, so hat man zugleich die Lage des Weltcörpers gegen den Aequator oder die Ecliptik.

§. 47.

Ungefähr durch dergleichen Betrachtungen muß der erste Erfinder der Armillar-Sphäre auf seiner Erfindung gerathen seyn. Dieses Werkzeug, welches, so weit unsre Nachrichten gehen, eines der ältesten ist, welches die Astronomen gebraucht haben, ist im Grunde nichts anders, als unsere eben beschriebene Kugel. Man findet daran die Axe der Kugel, einige Streifen, worauf der Aequator, die Ecliptik, der Horizont gezeichnet sind, nebst einigen Bogen, mit welchen der Abstand der Puncte der Oberfläche von diesen Circuln gemessen werden können. Von diesem Werkzeuge sowohl, als verschiedenen andern, welche die Alten gebraucht haben, dem Parallatischen Lineal, Jacobsstabe, Radius, der Planisphäre, dem Ringe u. s. f. findet man Beschreibungen und Zeichnungen in fast allen astronomischen Schriften der vorigen Jahrhunderte.

§. 48.

Digitized by Google

§. 48.

Man muß den Erfindern aller eben genanter astronomischer Werkzeuge die Gerechtigkeit wiederfahren lassen, daß sie bey allen diesen Erfindungen sehr richtig gedacht haben. Indessen ist ihre Anwendung mit vielen Schwürigkeiten begleitet. Die geschicktesten Künstler sind entweder nicht im Stande, sie in der gehörigen Größe und Vollkommenheit zu verfertigen, oder der Beobachter wird durch die vielen Dinge, welche er zugleich besorgen muß, zu sehr zerstreuet; oder sie sind so zusammengesetzt, daß ihre Vollkommenheit durch kurzen Gebrauch vernichtet wird. Tycho bediente sich derselben noch zuweilen und besonders der Armillar-Sphäre, der er gleichwohl eine einfachere Einrichtung zu geben suchte. Er zog ihnen aber auch die abgetheilten Bogen der Circulausschnitte vor, die nach ihrer Absicht und dem Verhältnisse gegen den ganzen Circul, astronomische Quadranten, Sextanten, Octanten und, wenn sie noch wenigere Grade enthalten, schlechtweg Ausschnitte (Sectores), genant werden. Nach der Zeit haben sich die Künstler besonders darauf geleget, diesen Werkzeugen die gröste Vollkommenheit zu geben, und sie haben alle übrige verdrungen.

§. 49.

Da alle schwere Cörper nach einer Linie hinab sinken, welche senkrecht auf dem Horizont stehet, und jede Fläche, in welcher diese Linie lieget, oder die ihr parallel ist, ebenmäßig senkrecht auf der Horizontalfläche stehet, so ist es leicht einen Quadranten oder andern Circulausschnitt in die Lage eines Scheitelcirculs zu bringen. Man darf zu dem Ende nur in

Digitized by Google

dem Mittelpunct dieſer Werkzeuge einen ſchweren Cörper an einem Haar oder etwas dergleichen, das etwas länger, als der Halbmeſſer derſelben iſt, aufhängen, und dann, vermittelſt einiger gewöhnlich bey denſelben angebrachten Stellſchrauben ihnen eine ſolche Lage zu geben ſuchen, daß der abgetheilte Bogen eben von dem Haar berühret werde, ſo haben dieſe Werkzeuge die erforderliche Lage, und liegen in der Fläche eines Scheitelcirculs. Aus dieſer Urſache iſt es ungemein leicht, vermittelſt eines ſolchen Werkzeuges die Höhen der Weltcörper, oder ihren Abſtand vom Scheitelpuncte zu meſſen. Nachdem es in die eben beſchriebene Lage gebracht worden, richtet man die Abſehen, oder das darauf angebrachte Sehrohr nach dem Weltcörper. Wenn die Linie, daran die Abſehen oder das Sehrohr befeſtiget ſind, an den Quadranten ohne Verrückung deſſelben beweget werden können, ſo zeiget dieſe Linie ſelbſt die Grade der Höhe des Weltcörpers oder ſeines Abſtandes vom Scheitelpuncte. Wenn aber dieſe Linie der Abſehen oder des Sehrohrs an dem Quadranten dergeſtallt befeſtiget ſind, daß ſie nicht ohne denſelben beweget werden kan, ſo leiſtet das herabhangende Haar eben die Dienſte.

§. 50.

Auf dieſe Art erhält man eins von denjenigen Stücken, welches erfodert wird, die Lage eines Weltcörpers gegen den Horizont zu beſtimmen. Um nun zugleich durch dieſelbe Beobachtung des Azimuth erforſchen zu können, kan man mit dem Quadranten noch einen abgetheilten ganzen oder halben Circul verbinden, der in der Fläche des Horizonts lieget, und

Digitized by Google

und auf welchen der Quadrant senkrecht stehet, und leicht beweget werden kan, ohne das der Mittelpunct des Horizontalcirculs die Fläche des Quadranten verlässet. Wenn man diesen Circul in der horizontalen Lage dergestalt befestiget, daß die durch den Mittelpunct und das Anfangspunct gezogene grade Linie in der Mittagslinie liege, und dann den Quadranten in die Fläche des durch einen Weltcörper gehenden Scheitelcirculs bringet, so bemerket das Punct des Horizontalcirculs, welches in der Fläche des Quadranten liegt, das Azimuth des Weltcörpers. Dies zusammengesetzte Werkzeug nennet man den Azimuthal-Quadranten.

§. 51.

Wenn man die Lage der Mittagslinie nicht kennet, so findet man sie doch leicht, vermittelst des Azimuthal-Quadranten. Man beobachte die Höhe eines Fixsterns an der Morgenseite und bemerke auf dem Horizontalcircul das Punct, welches in der Fläche des Quadranten liegt. Wenn der Stern an der Abendseite wieder zu der beobachteten Höhe hinabgestiegen, so bemerke man abermahl das Punct des Horizontalcirculs, welches in der Fläche des Quadranten liegt. Durch die Mitte des zwischen beyden bemerkten Puncten liegenden Bogens und den Mittelpunct des Circuls, ziehe man eine grade Linie, vermittelst eines Haares oder feinen Faden, und befestige denselben unabhängig von dem Azimuthal-Quadranten, so hat man die Mittagslinie, nach welcher derselbe gerichtet werden kan. Diese zur Erfindung der Mittagslinie dienende Beobachtung, wiederholet man gerne verschiedene mahl bey

Digitized by Google

verschiedenen Höhen des Weltcörpers, um die eingeschlichene Fehler desto leichter zu erkennen und zu verringern, und die Lage der Mittagslinie desto genauer zu erhalten.

§. 52.

Wenn man nun die Lage eines Weltcörpers auf diese Art in Ansehung des Horizonts bestimt hat, so kan man dessen Lage gegen den Aequator und die Ecliptik durch die Rechnung finden, wenn man weiß, in welchem Punct sie von dem Horizont geschnitten werden, und unter welchem Winkel es geschiehet.

Es sey (Fig. 7.) HR der Horizont, AQ der Aequator, Z der Scheitelpunct, P, der Pol des Aequators, und S ein Weltcörper, dessen Lage gegen den Horizont bestimt worden, ZN ein Scheitelcircul, und PM ein Abweichungscircul, die beyde durch S gehen. Wenn man durch P und Z einen der gröſten Circul leget, so ist solcher der Mittagskreis des Orts §. 19.; HN ist das Azimuth des Weltcörpers, und NS dessen Höhe. Man kennet hieraus zugleich den Winkel HZN, der von dem Bogen HN gemessen wird, mithin auch dessen Ergänzung zu zween rechten Winkeln NZR; imgleichen den Bogen ZS, welcher mit SN einen Quadranten ausmacht. Weiß man nun die Gröſse des Winkels HBA, unter welchen der Horizont vom Aequator geschnitten wird, so hat man den Bogen HA, der diesen Winkel misset, und die Höhe des Aequators (eleuatio aequatoris) genant wird, und allezeit dem Abstande des Weltpols vom Scheitelpuncte gleich ist. Nunmehro hat man in dem Dreyeck ZPS drey Stücke bekant, nämlich ZS, den Winkel SZP, und die Seite ZP. Man findet

Digitized by Google

findet daher PS, deſſen Ergänzung zum Quadranten SM die Abweichung des Puncts S iſt. Man findet auch den Winkel ZPS oder den Bogen AM. Wenn man weiß, welcher Grad des Aequators im Horizont lieget, und nach welcher Richtung die Grade deſſelben gezählet werden, ſo findet man auch das Punct des Aequators, welches im Mittagskreis lieget, weil BA einen Quadranten ausmacht. Man darf alſo nur von dem Punct A, ſo viel vorwärts oder zurückzählen, als der Bogen AM Grade enthält, ſo findet man die grade Aufſteigung des Puncts M, und dadurch iſt dieſes Punct gegen den Aequator beſtimt.

§. 53.

Wenn man ſich erinnert, daß die Grade des Aequators ſowohl, als der Eccliptik vom Abend gegen Morgen gezählet werden, ſo ſiehet man, daß AM von der graden Aufſteigung des Puncts A abgezogen werden müſſe, wenn S von dem Mittagskreiſe gegen Abend lieget, und im Gegentheil zu derſelben hinzugeſetzt werde, wenn es gegen Morgen lieget.

§. 54.

Stellet man ſich nun noch wie vorher unter HR den Horizont, unter Z den Scheitelpunct, und unter S ein gegen den Horizont beſtimtes Punct vor. Aber unter AQ die Eccliptik, und unter P deſſen Pol vor, ſo wird PM ein Breitenkreis. Der gröſte Circul PZH gehet durch die Pole des Horizonts und der Eccliptik, A iſt der neunzigſte Grad der Eccliptik von dem im Horizont liegenden Punct der Eccliptik B, und wird ſchlechtweg der Neunzigſte (Nonageſimus)

Digitized by Google

simus) genant, AH ist nun der Höhe der Ecclíptik über den Horizont, welche man die Höhe des Neunzigsten nennet, gleich, sie misset den Winkel, unter welchen die Ecclíptik vom Horizont geschnitten wird, und ist dem Bogen ZP gleich. So bald man die Höhe des Neunzigsten weiß, hat man in dem Dreyeck ZPS, wie vorher drey bekante Stücke, ZS, SZP und ZP. Man findet daher PS, dessen Ergänzung zum Quadranten SM die Breite des Puncts S ist; man findet auch den Winkel SPZ, und also den Bogen AM. Wenn man nun das im Horizont liegende Punct der Ecclíptik B, und daher auch den Neunzigsten A kennet, so erhält man wie vorher durch Hinzusetzen oder Abziehen des Bogens AM die Länge des Puncts S.

Man kan hierin auch so verfahren, daß man aus der Bestimmung der Lage eines Puncts gegen den Horizont zuerst dessen Lage gegen den Aequator, und danächst aus seiner Lage gegen den Aequator diejenige gegen die Ecclíptik suche.

§. 55.

Um also die Lage eines Puncts gegen den Aequator aus dessen Bestimmung gegen den Horizont finden zu können, muß man zweyerley wissen. Zuerst den Winkel, unter welchen der Aequator den Horizont schneidet, oder die Höhe des Aequators, und danächst, welcher Grad des Aequa[illegible] im Horizont oder im Mittagskreise lieget. Wir müssen die Methoden aufsuchen, durch welche man das eine und andere findet.

§. 56.

Da der Abstand des Pols des Aequators vom Schei-

Digitized by Google

Scheitelpuncte der Höhe des Aequators gleich ist, wie ZP = AH, so darf man nur den Abstand eines Weltcörpers, der in der schiefen Kugel nicht untergeht, vom Scheitelpunct während der Umdrehung der Weltkugel beyde mahl messen, wenn er durch den Mittagskreis gehet. Einmahl wenn er in G dem Scheitelpuncte am nächsten komt, und dann wenn er von ihm am weitsten entfernt ist, in *g*. Durch diese Beobachtung erhält man ZG und Z*g*. Hieraus findet man ZP, weil er der halben Summe der Bogen ZG und Z*g* gleich ist. Das Complement der Höhe des Aequators oder des Bogens ZP zu einem Quadranten ist PR, die Polhöhe des Ortes, welche daher durch eben diese Methode gefunden wird. Wenn man ausser der bekanten Lage des Mittagskreises noch die Abweichung eines Weltcörpers, als bekant annehmen will, so findet man aus einer einzigen beobachteten Höhe eines Sterns im Mittagskreise, die Höhe des Aequators. Wenn der Weltcörper in G mit dem Scheitelpunct an einer Seite des Aequators liegt, so hat man aus der beobachteten Höhe HG, und aus der bekanten Abweichung AG, und da findet man HA = HG — AG. Wenn aber der Weltcörper in *g* und mit dem Scheitelpunct Z an verschiedenen Seiten des Aequators lieget, so giebt die beobachtete Höhe H*g* + *g*A, der bekanten Abweichung, die Höhe des Aequators HA. Man hat bey allen diesen Beobachtungen noch gewisse Verbesserungen anzubringen, ehe man das gesuchte mit Genauigkeit findet. Sie können in der Folge erst mit ihren Gründen ausgeführet werden. Hier merke ich nur beyläufig an, daß bey der ersten Methode eine desto grössere Genauigkeit erhalten werde, je

Digitized by Google

näher der Weltcörper dem Pol des Aequators liegt, und in der letztern je näher er dem Scheitelpunct komt.

§. 57.

Um nun das zweite Stück §. 55. zu finden, nämlich den Grad des Aequators, welcher im Mittagskreise liegt, darf man nur irgend eine Zeit wissen, in welcher ein gewisser bekanter Grad des Aequators durch den Mittagskreis gegangen ist, und die Zeit kennen, welche die Weltkugel zubringt, sich einmahl um ihre Axe zu drehen. Da diese Bewegung gleichförmig ist, so verhalten sich die Zeiten, wie die Räume, welche ein ihm selbst gelassener Weltcörper in der gemeinschaftlichen Bewegung durchläuft. Man findet daher nach der einfachen Proportions-Regel, durch die vierte Proportional-Zahl zu der Zeit eines Umlaufs der Weltkugel um ihre Axe, dem Unterscheide der Zeiten da das bekante Punct im Mittagskreise lag, und für welche man es sucht, und 360 Grade, dadurch findet man die Grade, welche dieses bekante Punct des Aequators in der Zwischenzeit in der gemeinschaftlichen Bewegung durchgelaufen ist. Wenn man von dieser gefundenen Zahl nun 360° so oft wegnimt, als es geschehen kan, so bleibet der Abstand des bekanten Puncts des Aequators für die Zeit übrig, da man das im Mittagskreise liegende Punct sucht. Um so viel ist der Mittagskreis also gegen Morgen oder Abend von diesem Punct entfernet, nachdem die Zeit, für welche man sucht, auf die Zeit, für welche man das Punct des Aequators im Mittagskreise kennet, folgt, oder vor ihr hergehet. Wenn man also diesen gefundenen Rest

zu

Digitized by Google

zu der graden Aufſteigung des Weltcörpers hinzuſetzt, oder abziehet, ſo hat man das im Mittagskreis liegende Punct des Aequators für die Zeit, für welche man es ſuchte.

§. 58.

Es ſey T die Zeit einer Umdrehung der Weltkugel, in welcher alſo ein Punct des Aequators in der täglichen Bewegung 360° durchläuft. Es ſey Z ein gewiſſer Zeitpunct, da die grade Aufſteigung des im Mittagskreiſe liegenden Punets 347° 37′ war. Man ſoll für eine andere gegebene Zeit P, das im Mittagskreiſe liegende Punct des Aequators finden. Alsdann ſuche man die zwiſchen Z und P verfloſſene Zeit, aus dem Unterſcheide der beyden Zeitpuncte. Dieſe Zwiſchenzeit ſey D. Geſetzt nun, es ſey T:D = 3:8, ſo iſt auch $3:8 = 360° : \frac{8 \times 360°}{3}$. Dieſe Zahl $\frac{8 \times 360°}{3} = 960°$ drückt alſo die Grade des Aequators aus, welche ein Punct deſſelben in der Zeit D durchgelaufen. Ziehet man davon 360 ſo oft ab, als man kan, oder theilet 960 mit 360, ſo bleibt nach geſchehener Theilung 240° übrig. Alſo ſtehet der Punct des Aequators, deſſen grade Aufſteigung 347° 37′ iſt, um 240° von dem Mittagskreiſe ab, und zwar lieget der Mittagskreis ſo weit von dieſem Punct 347° 17′ gegen Morgen, wenn die Zeit P auf Z folgt, und gegen Abend, wenn P vor Z hergehet. Im erſten Fall ſetzt man 240° hinzu, zu 347° 37′, ſo erhält man 587° 37′, und wenn man noch einen ganzen Circul oder 360° davon wegnimt

227°

Digitized by Google

227° 37′; und im andern Fall, wenn man von 347° 17′ die gefundene 240° abziehet, 107° 37′ für das zur Zeit P im Mittagskreis liegende Punct des Aequators.

§. 59.

Man würde eben das gefunden haben, wenn man zu 347° 17′ die gefundenen 960° hinzugesetzt oder davon weggenommen, und dann die gefundene Anzahl Grade durch 360 getheilet hätte. Im letztern Fall hätte erst zu 347° 17′ so viel ganze Circul oder so viel mahl 360° hinzusetzen müssen, daß die Summe größer, als 960 geworden wäre, damit das Abziehen geschehen könne. Man wird sich nicht wundern, daß ich 360° zu diesen Größen nach Gefallen hinzusetze, und wegnehme. Eine kleine Ueberlegung wird begreiflich machen, daß solches allemahl ohne Irrthum geschehen könne, so oft blos von dem Abstand eines Puncts in der Circulperipherie von einem andern in derselben die Rede ist. Es ist einerley, ob man saget, ein Punct ist von dem andern 6° oder 366°, oder $7 \times 360° + 6°$ entfernet, und so in allen übrigen Fällen. Dies muß man sich hier ein für allemahl merken.

§. 40.

Damit man aber das gebrauchte Verhältniß der Zeit eines ganzen Umlaufs der Weltkugel, welche wir T genant haben zu einer jeden andern Zeit P, durch Zahlen ausdrücken könne, so nehmen die Astronomen die Zeit eines ganzen Umlaufs der Weltkugel für die Einheit an, und nennen sie einen Tag. Sie theilen denselben in 24 gleiche Theile, und ein solcher Theil,

Digitized by Google

Theil, heisset eine Stunde. Dann gehet die Eintheilung von 60 zu 60, eben so wie bey dem Circul fort, in Minuten, Secunden, u. s. f. Wenn man mit dieser Zeiteintheilung die Eintheilung des Aequators in seine Grade vergleicht, so findet man, daß da in einem Tage 360 Grade des Aequators durch den Mittagskreis gehen, in einer Stunde 15 Grade des Aequators, in einer Zeitminute 15 Minuten des Aequators, in einer Zeitsecunde 15 Secunden des Aequators, u. s. f. durch den Mittagskreis gehen.

Man hat Maschinen erfunden, welche diese Zeit sehr genau abzählen, sie werden **Uhren** genant, und sind durch Hülfe der Mechanik zu grosser Vollkommenheit gebracht worden. Diejenigen, welche die Astronomen gewöhnlich gebrauchen, sind **Pendul-Uhren**. Der Pendul schlägt Secunden, und die Zeiger zählen sie auf. Hiedurch wird der Tag in 86400 Theile getheilet. Wenn man des Tages einmahl weiß, was für ein Punct des Aequators im Mittagskreise gelegen, so kan man solches, für jede andere Zeit des Tages blos dadurch finden, daß man für jede Secunde, welche der Zeiger der Uhr fortgerückt ist, 15 Secunden zu der graden Aufsteigung des Aequators hinzusetze.

§. 61.

Der Mittagskreis eines Orts ist ein Circul, dessen Lage ein Astronom aus vielen Ursachen kennen muß, wovon wir bereits einige gesehen haben. Diesen Circul wird er daher auch brauchen können den Tag und seine Theile abzumessen. Wenn also seine Uhr den Tag zu zählen anfängt, wenn eben ein gewisser

Digitized by Google

wisser Grad des Aequators im Mittagskreise liegt, so muß nach einer Stunde dieser Grad des Aequators 15 Grade vom Mittagskreis gegen Abend entfernet seyn, und nach 24 Stunden seiner Uhr muß derselbige Grad des Aequators wieder im Mittagskreis liegen. Es ist ganz gleichgültig, welcher Grad des Aequators im Mittagskreis liegt, wenn die Uhr die Tagesstunden zu zählen anfängt wenn man nur es bestimt kennet, das ist, wenn man nur seine grade Aufsteigung weiß. Kennet man die grade Aufsteigung eines Weltcörpers, so weiß man die grade Aufsteigung des Puncts im Aequator, welches mit demselben zugleich im Mittagskreis liegt, und man kan mit dem Durchgang desselben den Tag zu zählen anfangen. Im gemeinen Leben fängt man gewöhnlich den Tag zu zählen an, wenn der Mittelpunct der Sonne durch den Mittagskreis gehet, und zwar durch das Punct des Mittagskreises, welches bey dem täglichen Umlauf der Sonne am weitesten vom Scheitelkreis entfernet ist. Sie zählen von da 12 Stunden, nnd fangen, wenn die Sonne am nächsten am Scheitelpunct durch den Mittagskreis gehet wieder an, 12 Stunden zu zählen, bis die Sonne wieder am entferntesten vom Scheitelpunct durch den Mittagskreis gehet, und ihren ganzen Umlauf vollendet hat. Die Astronomen fangen den Tag auch zu zählen an, wenn der Mittelpunct der Sonne im Mittagskreis liegt, aber sie fangen da an, wenn die Sonne in ihren täglichen Umlauf dem Seitelpunct am nächsten ist. Sie zählen von da in einem fort 24 Stunden, bis die Sonne ihren ganzen Umlauf vollendet hat. Man nennet die Zeit, wenn die Sonne am nächsten am Scheitelpunct im Mittagskreis

Digitized by Google

tagskreis stehet, Mittag, und die Zeit, wenn sie am entferntesten vom Scheitelpunct im Mittagskreis stehet, Mitternacht.

§. 62.

Da also die Astronomen einen halben Tag später anfangen zu zählen, so siehet man, daß sie die ersten 12 Stunden eines gemeinen Tages, einen Tag weniger zählen müssen. An dem 6 Jul. schreiben sie daher die ersten 12 Stunden des gemeinen Tages noch den 5 Jul. Im Mittag des 6 Jul. nach bürgerlicher Art zu zählen, fangen sie an den 6 Jul. zu zählen. Die Stunden vom Mittag bis Mitternacht, sind in der gemeinen und astronomischen Art zu zählen einerley, aber weil die Astronomen 24 Stunden in einem fort zählen, nnd man nach der gemeinen Art wieder von forn anfängt, so muß man zu den Stunden nach Mitternacht nach der gemeinen Art, 12 hinzusetzen, um die Stunde nach astronomischer Art zu zählen, zu erhalten. Auf diese Art würde der 6 Jul. 5 Uhr Morgens, nach astronomischer Art zu zählen, der 5 Jul. 7 Uhr seyn. Man nennet die gemeine Art zu zählen die **bürgerliche Zeit**, die andere Art zu zählen, die **astronomische Zeit**. Man wird aus dem angeführten leicht eine Art zu zählen in die andere verwandeln können.

§. 63.

Wenn man auf die Art zu zählen im gemeinen Leben Acht giebet, so findet man, daß wir nicht ehe die Stunden, Minuten, Secunden, u. s. f. zählen, als bis sie ganz verflossen sind. Wenn man saget, die Uhr ist 3, so sind auch würklich 3 Stunden nach Mittag

Digitized by Google

Mittag oder nach Mitternacht gänzlich verflossen. Aber bey den Jahren, Tagen, hat man eine ganz andre Art zu zählen. Man zählet das 1767ste Jahr, so bald es nur seinen Anfang genommen, und ehe es ganz verflossen ist. Und eben so den 6 Jul., so bald der Tag anfänget, ehe er verflossen ist. Wenn man aber die Jahre und Tage eben so, wie die Stunden und Minuten, nicht ehe zählet, als sie verflossen sind, so nennet man diese Art zu zählen, die **verflossene Zeit** (tempus completum). Zählet man aber die Jahre und Tage von ihrem Anfange an, ehe sie verflossen sind, so nennet man solches die **laufende Zeit** (tempus currens, incompletum). Man siehet hieraus leicht, daß 1767 d. 6 Jul. 7 Uhr Morgens nach bürgerlicher laufender Zeit; nach astronomischer laufender Zeit durch 1767 d. 5 Jul. 19 U., und nach astronomischer verflossenen Zeit durch 1766 Jahre 6 Mon. 4 Tage 19 St. ausgedrückt werden müsse. Ueberhaupt bedienet man sich gewöhnlich auch in der Astronomie gegenwärtig der laufenden Zeit.

§. 64.

In dem bürgerlichen Leben war es fast nothwendig die Art den Tag zu zählen, nach dem Stand der Sonne einzurichten, und die Astronomen haben mehr als eine Ursache gehabt, auch in ihrer Art zu zählen, sich darnach einzurichten. Sonst ist die Sonne eben der Cörper nicht, welcher durch seine gemeinschaftliche Bewegung eine gleichförmige Abtheilung der Zeit giebet. Deswegen verdienet die Art, die Tage zu zählen, welche nach der gemeinschaftlichen Bewegung der Sonne eingerichtet ist, noch eine nähere Betrachtung. §. 65.

Digitized by Google

§. 65.

Die Sonne hat, wie wir §. 24. 25. gesehen haben, eine eigene Bewegung vom Abend gegen Morgen, welche der gemeinschaftlichen Bewegung entgegengesetzt ist, und da nach der Richtung, in welcher sich die Sonne beweget, sowohl die Grade der Ecliptik als des Aequators gezählet werden, das ist, vom Abend gegen Morgen §. 25. so ist leicht abzusehen, daß die grade Aufsteigung der Sonne beständig verändert werde, und von Tage zu Tage zunehme. Wenn also die Sonne heute eine grade Aufsteigung von 30 Graden gehabt hat, und mit dem 30sten Grade des Aequators zugleich durch den Mittagskreis gegangen ist, so wird ihre grade Aufsteigung morgen größer, als 30 Grade seyn, und sie wird daher noch nicht in dem Mittagskreise seyn, wenn der 30ste Grad des Aequators darin liegt. Daher muß es geschehen, daß der Umlauf der Sonne in der täglichen oder gemeinschaftlichen Bewegung etwas länger währet, als der Umlauf eines Puncts des Aequators oder andern Weltcörpers, der keine eigene Bewegung hat. Indessen nennet man auch den Umlauf der Sonne in Ansehung der gemeinschaftlichen Bewegung einen Tag und theilet ihn ebenfalls in 24 Stunden, und so ferner von 60 zu 60 in Minuten, Secunden u. s. f. Man unterscheidet aber diese beyden Einheiten der Zeit oder Tage dadurch, daß man diese, welche sich auf den Umlauf der Sonne in der täglichen Bewegung beziehet, die **Sonnenzeit** (tempus solare), diejenige aber, welche sich auf einen Weltcörper beziehet, der keine eigene Bewegung hat, oder auf ein Punct des Aequators, die

Digitized by Google

Zeit der ersten Bewegung (tempus primi mobilis) nennet.

§. 66.

Wenn die Bewegung der Sonne in der graden Aufsteigung gleichförmig wäre, so würde der Unterscheid zwischen einen Sonnentag und einen Tag der ersten Bewegung allezeit gleich seyn, das ist alle Sonnentage würden gleich lang seyn. Dann würde man einer Uhr auch leicht eine solche Einrichtung geben können, daß sie während eines Umlaufs der Sonne in der gemeinschaftlichen Bewegung genau 24 Stunden fortgienge. Allein die Bewegung der Sonne in der graden Aufsteigung ist nicht gleichförmig. Sie kan zuweilen einige Minuten in einem Tage mehr betragen, als im andern. Daher sind nicht alle Sonnentage gleich lang, und einer Uhr, wie die gewöhnlichen sind, die alle Tage oder gar alle halbe Tage ihren ganzen Gang vollendet, kan die Einrichtung nicht gegeben werden, daß sie während eines Sonnentages beständig 24 Stunden zählen sollte. Eine Uhr, welche dies leisten und mit der Sonne gleich gehen sollte, müste eben so ungleichförmig gehen, als die Sonne sich im Aequator beweget. Sie müste ihren ganzen Gang nur in der Zeit vollenden, in welcher die Sonne den ganzen Aequator durchläuft. Und auch dann würde sie doch endlich von dem Gang der Sonne abweichen.

§. 67.

Würde man nun einer Uhr die Einrichtung geben, daß sie in dem längsten Sonnentage 24 Stunden zählete, so würde sie in allen übrigen Tagen zurückbleiben

Digitized by Google

bleiben, und weniger zählen. Sie könte nicht eher, bis sie einen ganzen Gang oder 12 Stunden verlohren hätte, die Stunden zu zählen anfangen, wenn die Sonne im Mittagskreis stünde. Das Gegentheil würde erfolgen, wenn man die Uhr nach den kürzesten Sonnentag einrichtete. Sie würde in allen übrigen Tagen ehe die Stunden zu zählen anfangen, als die Sonne im Mittagskreis stünde, und nicht ehe, bis sie einen ganzen Gang gewonnen hätte, mit der Sonne im Mittagskreis die Stunden zu zählen anfangen können. Da diese Unbequemlichkeit zu groß seyn würde, so hat man das Mittel gewählet, und die Uhren darnach eingerichtet. Auch bey dieser Einrichtung weichet die Uhr fast beständig von der Sonne ab, aber da nun ihre 24 Stunden bald länger und bald kürzer sind, als ein Umlauf der Sonne in der gemeinschaftlichen Bewegung, so entfernet sie sich von dem Gang der Sonne und nähert sich ihm selbst wieder, ohne einen ganzen Gang zu verliehren oder zu gewinnen.

§. 68.

Um aber bestimt zu wissen, was man dem Gang der Uhr für eine Einrichtung geben müsse, damit sie die verlangte Geschwindigkeit erhielte, müste man die Zeit wissen, in welcher sich die Sonne durch den ganzen Aequator beweget. In der Folge, wenn von der Bewegung der Sonne eigentlich gehandelt wird, werde ich zeigen, daß diese Zeit 365 T. 5 St. 48 M. 49 Sec. ausmache. Und dann müste sich die Sonne alle Tage 59 M. 8 Sec. in der graden Aufsteigung verändern, wenn man diese Veränderung gleichförmig setzte. Wenn man also eine Uhr

Digitized by Google

so einrichtet, daß ihre 24 Stunden genau die Zeit ausmachen, in welcher 360° 59′ 8 Sec. des Aequators durch den Mittagskreis gehen, so kan man gewiß seyn, daß sie nie einen ganzen Gang verliehre, und sich selbst dem Punct wieder nähere, da sie die Stunden mit der Sonne im Mittagskreis zugleich zu zählen anfängt. Diese Einrichtung haben unsre Uhren gewöhnlich. Ihre 24 Stunden, sind länger als die Zeit, in welcher ein Punct des Aequators einen ganzen Umlauf vollendet, und zwar um 3 M. 55,9 Sec. solcher Zeit, wie sie diese Uhr angiebet, oder 3 M. 56,5 Sec. von der Zeit der ersten Bewegung, welches man findet, wenn man zu 360° 59′ 8″ zu 59′ 8″ und zu 24 St. danächst zu 360° zu 59′ 8″ und 24 St. die vierte Proportionalzahlen sucht. Wenn man daher heute die Zeit beobachtet, da ein Weltcörper, der keine eigene Bewegung hat, durch den Mittagskreis gehet, so muß man von dieser Zeit 3 M. 55,9 Sec. abziehen, so hat man die Zeit, welche die Uhr morgen weisen muß, wenn eben der Weltcörper durch den Mittagskreis gehet. Und dies giebt eine gute Methode, aus dem Durchgang solcher Weltcörper durch den Mittagskreis den Gang der Uhr zu erforschen.

§. 69.

Man kan sich diese Sache noch auf einer andern Art vorstellen, und sie ist in der That in der Astronomie von so grosser Wichtigkeit, daß man nicht Mühe genug anwenden kan, die Vorstellung davon so deutlich zu machen, als möglich ist. Man stelle sich also eine erdichtete Sonne vor, die mit der wahren zugleich in dem Frühlingspunct stehet und sich gleich-

förmig

Digitized by Google

förmig durch den Aequator in eben der Zeit beweget, in welcher sich die wahre Sonne ungleichförmig in der graden Aufsteigung durch den Aequator beweget. Die erdichtete Sonne wird ihre grade Aufsteigung täglich um 59′ 8″, und die wahre Sonne die ihrige bald um etwas mehr, und bald um etwas weniger ändern, als diese Größe ausmacht. Die erdichtete Sonne wird selten mit der graden Aufsteigung der wahren Sonne in einem Punct des Aequators zusammentreffen, sie wird bald vor der graden Aufsteigung der wahren Sonne liegen, und bald hinter derselben. Mit der eingebildeten Sonne, soll die Uhr, wovon ich §. 68. geredet habe, gleich gehen, so daß sie den Tag beständig zu zählen anfange, wenn jene im Mittagskreise lieget. Wenn nun die grade Aufsteigung der wahren Sonne kleiner ist, als der Punct, in welchem die eingebildete Sonne stehet, so liegt auch die wahre Sonne früher im Mittagskreis, als die eingebildete, und die Uhr kan mit dem Mittag der wahren Sonne nicht zutreffen, sie muß vielmehr genau so viel weniger als 12 zeigen, als die erdichtete Sonne Zeit gebraucht, durch den Bogen des Aequators zu gehen, welcher dem Unterscheid des Orts der erdichteten und wahren Sonne gleich ist; und so ist es in allen übrigen Fällen. Man hat also auch noch diese Zeiten, welche sich auf die erdichtete und wahre Sonne, oder wenn man lieber will, auf die mittlere und wahre Bewegung der Sonne in der graden Aufsteigung beziehen, zu unterscheiden. Man nennet die erstere die mittlere, die zwote die scheinbare, oder auch die wahre Zeit.

Digitized by Google

§. 70.

Der Unterſcheid zwiſchen dem, was die mit der eingebildeten Sonne gleichgehende Uhr anzeiget, und der nach dem Stand der wahren Sonne gerechneten Tageszeit, iſt die **Zeitgleichung** (aequatio temporis). Sie iſt der Unterſcheid zwiſchen der mittlern und ſcheinbaren Zeit, und durch ihr wird aus der einen Zeit die andere gefunden. Das §. 68. angebrachte Beyſpiel allein zeiget die Methode, wie ſie gefunden oder vielmehr berechnet werden kan. Man muß nämlich die Zeit beſtimmen, welche die erdichtete Sonne gebraucht durch einen Bogen zu gehen, der dem Unterſcheide des Orts der erdichteten Sonne und der graden Aufſteigung der wahren Sonne gleich iſt. Dieſer Unterſcheid ſelbſt kan nur beſtimmet werden, wenn die Bewegung der Sonne eigentlich abgehandelt wird.

§. 71.

Man ſiehet leicht, daß man auf den Unterſcheid der Einrichtung, die den Uhren gegeben, wohl merken müſſe, wenn man ſie gebrauchen will, den Bogen zu berechnen, welchen ein Weltcörper in einer von ihr angezeigten Zeit in der graden Aufſteigung in der gemeinſchaftlichen Bewegung durchgelaufen iſt. Wenn die Uhr die mittlere Zeit anzeiget, wie es gewöhnlich iſt, und die Frage entſtehet, wie groß der Bogen iſt, den die eingebildete Sonne oder die wahre Sonne in Rückſicht auf ihrer mittlern Bewegung in der graden Aufſteigung in einer gegebenen Zeit in der täglichen Bewegung zurückleget, ſo giebt die vierte Proportionalzahl zu 24 St., der gegebenen Zeit, und 360° die Antwort, und dies iſt der Fall, wenn

Digitized by Google

wenn die Zeitgleichung gesucht werden soll. Wenn man aber den Bogen sucht, welchen ein Weltcörper, der keine eigene Bewegung hat, oder ein Punct des Aequators in einer gegebenen Zeit durchläuft, so muß man zu 24 St., der gegebenen Zeit, und 360° 59′ 8″ die vierte Proportionalzahl suchen.

Wenn aber eine Uhr auf die Zeit der ersten Bewegung eingerichtet ist, und man will den Bogen wissen, welchen ein Punct des Aequators oder ein Weltcörper ohne eigene Bewegung in einer gegebenen Zeit durchläuft, so suchet man zu 24 St., der gegebenen Zeit, und 360° die vierte Proportionalzahl; aber zu 24 St., der gegebenen Zeit, und 360° — 59′ 8″, wenn von der Bewegung der eingebildeten Sonne bey dieser Uhr die Rede ist. Wenn man dasjenige, was von dem Unterscheid der Zeiten und der Einrichtung der Uhren gesaget worden, wohl gefaßt hat, so wird man von dieser Anwendung leicht die Gründe einsehen.

§. 72.

Man mag nun eine Uhr von der einen oder andern Einrichtung haben, so findet man durch ihre Hülfe das im Mittagskreis liegende Punct des Aequators, wenn man es für eine einzige Zeit weiß. Und hiedurch ist also die Methode entwickelt, wie aus dem Azimuth und der Höhe eines Weltcörpers die Abweichung und grade Aufsteigung desselben gefunden werden könne. In der Folge, wenn die Bewegung der Sonne erörtert wird, wird gezeiget, wie man den Abstand des Frühlingspuncts von dem Mittagskreis, und mithin das im Mittagskreis liegende Punct des Aequators finden könne. Bis dahin werde ich annehmen

Digitized by Google

nehmen können, daß es für eine Zeit und mithin überall bekant sey.

§. 73.

Aus der bekanten Abweichung und graden Aufsteigung eines Puncts, kan man nun weiter die Länge und Breite desselben und also seine Lage gegen die Eccliptik finden. Es sey nun (Fig. 7.) HR der Aequator, AQ die Eccliptik, Z der Pol des Aequators, P der Pol der Eccliptik. Man hat nun aus der gegebenen Abweichung des Puncts NS auch den Bogen ZS; und aus der graden Aufsteigung desselben das Punct N, folglich auch den Bogen HN oder den Winkel HZN, weil BH ein Quadrant ist. Man hat also wieder in dem Dreyecke ZSP zwey bekante Stücke, wenn man noch den Abstand der Pole der Eccliptik und des Aequators PZ weiß, so berechnet man das ganze Dreyeck, und findet PS, dessen Ergänzung zu einem Quadranten SM, die Breite des Puncts ist; imgleichen MPA, mithin auch AM, und daraus BM, den Abstand des Puncts S von dem Durchschnittspunct der Eccliptik und des Aequators. Man weiß aber was B vor ein Durchschnittspunct ist, aus der graden Aufsteigung des Puncts, und man weiß daher, ob das Punct S in dem ersten, zweeten, dritten oder vierten Quadranten lieget, und durch alle diese Betrachtungen bestimmet man den Grad der Länge des Puncts.

Es ist mir hier genug gezeiget zu haben, daß man aus der gegebenen Lage eines Weltcörpers gegen den Horizont seine Lage gegen den Aequator sowohl, als gegen die Eccliptik finden könne. Dies letztere kan auch durch die Erfindung des Neunzigsten und seiner Höhe

Digitized by Google

Höhe geschlossen werde. Diese Berechnung ist etwas weitläuftig, und man gebraucht sie in besondern Fällen, wo man den Neunzigsten noch anderer Absichten wegen zu kennen nöthig hat. Ich werde sie dann auseinander setzen.

§. 74.

Daß man diese Aufgaben umkehren und aus der bekanten Lage eines Weltcörpers gegen den Aequator seine Lage gegen den Horizont und die Eccliptik, imgleichen aus seiner Lage gegen die Eccliptik diejenige gegen den Horizont und Aequator finden könne, ist kaum nöthig erinnert zu werden. Man weiß nun überhaupt, wenn Z den Pol des Horizonts und P den Pol des Aequators vorstellet, daß in dem Dreyeck PZS der Winkel bey Z durch das Azimuth und der bey P durch die grade Aufsteigung des Puncts S bestimmet werden; wenn Z noch den Pol des Horizonts und P den Pol der Eccliptik vorstellet, so wird der Winkel bey Z, wie vorher, durch das Azimuth von S, und der bey P durch seinen Abstand vom Neunzigsten bestimt, und endlich wenn Z den Pol des Aequators, und P den Pol der Eccliptik bedeutet, so gelanget man zur Erkäntniß der Winkel bey Z und P aus der graden Aufsteigung des Puncts S und seinem Abstande vom Neunzigsten. ZP bedeutet im ersten Fall den Abstand des Pols des Aequators vom Scheitelpunct, man erkennet diesen Bogen aus der Höhe des Aequators; im zweyten Fall den Abstand des Pols der Eccliptik vom Scheitelpunct, welcher durch die Höhe des Neunzigsten bekant ist; im dritten Fall, den Abstand der Pole der Eccliptik und des Aequators, und ist der Schiefe der Eccliptik

Digitized by Google

gleich. ZS und PS, sind im erstern Fall Complemente der Höhe und Abweichung, im zweyten Fall Complemente der Höhe und Breite, und im dritten Complemente der Abweichung und Breite des Puncts S zu einem Quadranten. Wenn man drey Stücke eines solchen Dreyecks weiß, kan man die übrigen finden, und in dieser Betrachtung lieget daher die Auflösung einer Menge astronomischer Aufgaben, mit welchen ich mich hier nicht aufhalte.

§. 75.

Der einzige Fall, wenn Z den Scheitelpunct und P den Pol des Aequators bedeutet, verdienet noch einige Aufmerksamkeit, weil er zu einer besondern Art, durch Beobachtung die Lage eines Puncts S zu erforschen, Gelegenheit gegeben. Nachdem man sich vermittelst der Uhren einer genauen Abtheilung der Zeit versichert hat, und aus der gegebenen Zeit die Größe des Bogens finden kan, welchen ein Punct der Weltkugel in der täglichen Bewegung während derselben durchgelaufen ist, so findet man den Bogen AM oder den Winkel bey P blos aus der Zeit, in welcher sich der Weltcörper von S bis zum Mittagskreise beweget. Wenn man daher die Höhe eines Weltcörpers misset, und die Zeit dieser Beobachtung anmerket, wenn man danächst die Zeit beobachtet, da der Weltcörper durch den Mittagskreis gehet, so hat man in dem Dreyeck ZPS, den Winkel bey P aus dem Unterscheid der Zeiten beyder Beobachtungen nach §. 71. ZS aus der gemessenen Höhe, und da die Schiefe der Ecliptik, überdem fast beständig bekant ist, hat man auch ZP, und findet also leicht die übrigen Stücke des Dreyecks, das Azimuth des Puncts

Digitized by Google

Puncts aus dem Winkel bey Z, und seine Abweichung aus dem Bogen PS. Da auf jeder Sternwarte eine genaue Uhr, und ein im Mittagskreise befestigtes Sehrohr, welches man das Transitinstrument (machina meridiana) nennet, seyn muß, und da man des zusammengesetzten Azimuthal-Quadranten dabey entbehren kan, so hat diese Methode fast alle übrige verdrungen. Es ist wahr, man hat hier in dem sphärischen Dreyeck zwo Seiten und einen Winkel, welcher von denselben nicht eingeschlossen wird, wodurch die Stücke des Dreyecks nicht völlig bestimt werden, wenn man nicht über die Beschaffenheit der Seiten und Winkel desselben aus andern Gründen beyläufig unterrichtet ist. Allein eine obenhin angestellte Untersuchung der Lage des Puncts S gegen diese Cirkel, giebet in den meisten Fällen Gründe an die Hand, diese beyläufige Käntniß zu erlangen, und daher kan diese Methode fast für allgemein angenommen werden.

§. 76.

Indessen wird diese Beobachtung einfacher und erfordert fast gar keine Rechnung, wenn die Höhe des Weltcörpers zu der Zeit gemessen wird, wenn er eben im Mittagskreise liegt. Alsdann gehet das Dreyeck PZS in den Bogen des Mittagskreises PZS über. Das Azimuth des Weltcörpers ist für diese Zeit $= o$; seine grade Aufsteigung ist einerley mit derjenigen, welche dem im Mittagskreise liegenden Punct des Aequators A zukomt, und seine Abweichung ist dem Unterscheid der Höhe des Aequators, und der Höhe des Weltcörpers gleich. Und dieserwegen sind die Beobachtungen der Höhen der Weltcörper

cörper im Mittagskreise von gar vorzüglichem Wehrte. Auf wohl eingerichteten Sternwarten findet man gemeiniglich im Mittagskreise einen Quadranten befestiget, der groß genug ist, die Höhen der Weltcörper damit genau zu messen, und zu gleicher Zeit die Zeit des Durchganges desselben durch den Mittagskreis zu bestimmen. Man nennet ihn Mural-Quadranten.

§. 77.

Vermittelst der bisher angeführten Methoden, bestimmet man durch Beobachtung oder Rechnung die Lage der Weltcörper unmittelbar gegen die gleich anfangs angenommene gröſten Cirkel der Weltkugel. Gegen die Ecclíptik durch Rechnung allein; gegen den Horizont und Aequator durch Beobachtung und Rechnung zugleich. Wenn man die Lage eines Weltcörpers gegen diese Circul weiß, so kan man aus der Lage anderer Weltcörper gegen denselben auch ihre Lage gegen diese gröſte Circul schlieſſen. Wenn der Unterscheid dieser Weltcörper in der Abweichung nicht gröſser ist, als das Feld, welches in einem Sehrohr übersehen werden kan, so hat man ganz eigene Methoden zu beobachten, die auf einer gewissen im Brennpunct der Sehröhre angebrachten Einrichtung beruhen. Es ist hier der Ort die vorzüglichsten anzuführen, und über ihre Anwendung einige Anmerkungen zu machen.

§. 78.

Man stelle sich ein Sehrohr vor, in dessen Brennpunct zween sehr feine Faden oder Haare AB und DE (Fig. 8.), sich unter einem rechten Winkel schneiden

Digitized by Google

den in C. Man gebe dem Sehrohr die Lage, daß ein Weltcörper längst den einen Faden AB, dergestallt fortgehe, daß er sich nicht von demselben entferne, so stellet dieser Faden einen kleinen Theil des Parallelcirculs vor, in welchem ein Weltcörper in der gemeinschaftlichen Bewegung einhergehet, man nennet deswegen auch diesen Faden den **Parallelfaden**; der zweyte Faden ED liegt in der Fläche des Abweichungscirculs, und wird der **Stundenfaden** (horarium) genant. Wenn man nun die Zeit angemerkt hat, in welcher der längst BA fortgegangene Weltcörper in C durch den Stundenfaden gegangen ist, und bey unverrückter Lage des Sehrohrs die Zeit erwartet, bis ein anderer Weltcörper durch eben diesen Stundenfaden gehet, so hat man den **Unterscheid der Zeit**, in welcher die zween Weltcörper in einerley Abweichungskreis durch die gemeinschaftliche Bewegung geführet sind, das ist, man hat ihren Unterscheid in der graden Aufsteigung in Zeittheilen, die man nach §. 71. in Circultheile verwandelt, um ihren Unterscheid in der graden Aufsteigung in Graden des Aequators zu erhalten.

§. 79.

Wenn beyde Cörper einerley Abweichung hätten, so würden sie beyde in einerley Parallelcircul, sich in der gemeinschaftlichen Bewegung fortwälzen, und folglich beyde längst den Faden AB durch das Sehrohr gehen, indem die Lage desselben unverrückt geblieben ist. Wenn aber die Abweichung des einen von der Abweichung des andern unterschieden ist, so wird der letztere in einer Linie wie FG, die der AB parallel ist, durch das Sehrohr, und in H durch den Stun-

Digitized by Google

Stundenfaden gehen. Wenn man wüßte wie viel die Linie CH ausmachte, so könte aus dieser Beobachtung auch zugleich der Unterscheid dieser Weltcörper in der Abweichung gefunden werden, und wenn die Lage des einen gegen den Aequator bekant ist, wäre auch die Lage des andern gegen denselben ausgemacht.

§. 80.

Um nun zur Erkäntniß der Größe von CH zu gelangen, ziehet man durch C noch einen oder zween andere Faden, wie CK, so daß sie mit BA oder ED einen Winkel von 45° machen, man nennet sie die schiefe Faden (obliquum), so wird das Dreyeck LHC gleichschenklicht, weil bey L und C gleiche Winkel sind. Es ist also LH=CH. Wenn man nun bey dem Durchgange des zweeten Weltcörpers die Zeit anmerket, wenn er in L und H gestanden, und dadurch die Zeit erhält, welche er auf der Linie LH in seiner Bewegung zugebracht hat, so kan man daraus finden, wie viel LH in Circultheilen beträgt §. 71. Da aber LH ein Parallelcircul, und HC ein gröster Circul ist, so muß man nach §. 16. die gefundenen Theile des Parallelcirculs auf Theile des grösten Circuls zurückführen, so erhält man CH in Circultheilen. Da der Unterscheid der Abweichung beyder Weltcörper, und auch LH nicht groß sind, so darf man die Abweichung des Parallels, welche man zu der letztangeführten Verrichtung gebraucht, nur beyläufig wissen, und man kan ohne Irrthum die bekante Abweichung des einen Weltcörpers dazu gebrauchen.

§. 81.

Digitized by Google

§. 81.

Bey dieſer Beobachtung komt alle Genauigkeit darauf an, daß die Faden ihre gehörige Lage haben und ihr Durchgang durch den Stundenfaden, ſo wohl als ſchiefen Faden, mit möglichſter Genauigkeit beobachtet werden. Jede hierin verfehlte Zeitſecunde beträgt 15 Secunden im Parallelcircul. Wenn man nichts, als ein Sehrohr mit der beſchriebenen Zurüſtung hat, ſo wird einige Uebung erfordert, die Röhre, worin ſich dieſelbe befindet, vor jeder Beobachtung ſo zu drehen, daß der eine Cörper genau auf den Faden AB wegſtreiche. Man hat ſonſt auch eine Maſchine, wo das Sehrohr auf eine Axe liegt, welche mit der Weltaxe parallel gehet. Sie iſt unter dem Nahmen der parallactiſchen Maſchine bekant. Wenn dieſe Maſchine ihre gehörige Lage hat, ſo folget das Sehrohr, wenn die Axe der Maſchine umgedrehet wird beſtändig denſelben Parallelcircul, und wenn ein Weltcörper einmahl längſt den Faden AB weggeſtrichen iſt, ſo wird er, wenn man durch Umdrehung der Axe der Maſchine das Sehrohr wieder vorrücket, beſtändig wieder längſt den Faden fortgehen.

§. 82.

Dieſe Art der Beobachtung hat eine ſehr weitläuftige Anwendung. Man gebraucht ſie zu Beſtimmung der Lage der Weltcörper, aber ihr Unterſcheid in der Abweichung muß das Feld des Sehrohrs nicht übertreffen; zur Beſtimmung der Lage der Sonnenflecken, der untern Planeten bey ihrem Durchgange durch die Sonne gegen den Mittelpunct derſelben; imgleichen der Lage der Spitzen des Mondes bey Son-

Digitized by Google

Sonnenfinsternissen. Selbst die Lage der Flecken im Mond gegen den Mittelpunct desselben, kan man dadurch bestimmen. In diesen Fällen lässet man den Rand der Sonne oder Mondes über den Faden AB wegstreichen, und aus dem Anschlag der beyden Ränder an den Stundenfaden erkennet man den Zeitpunct, wenn ihr Mittelpunct darin gelegen. Durch die Beobachtungen des zu bestimmenden Puncts an den schiefen und Stundenfaden erhält man den Unterscheid der Abweichung desselben von dem Rand der Sonne oder des Mondes; allein da die Durchmesser dieser Weltcörper entweder als bekant angenommen, oder durch die Beobachtung des Durchganges durch den Stundenfaden bestimt werden können, so findet man auch leicht den Unterscheid der Abweichung eines solchen Puncts von dem Mittelpunct dieser Weltcörper.

§. 83.

Wenn der Abstand eines Puncts vom Mittelpunct der Sonne oder des Mondes anders woher bereits bekant ist, so darf man nur den Unterscheid der graden Aufsteigung allein oder den Unterscheid der Abweichung allein beobachten. Aus dem bekanten Abstande, und aus einem dieser Stücke findet man das andere. Wenn der Circul EADB die Sonne, und ED den Durchmesser vorstellet, der dem Aequator parallel ist, so ist CH der Unterscheid der graden Aufsteigung, und HL der Unterscheid der Abweichung des Puncts L vom Mittelpunct der Sonne, und CL der Abstand desselben vom Mittelpunct. Da LHC ein rechtwinklichtes Dreyeck ist, so findet man aus LC und CH die Linie HL, und eben so aus LC und HL findet man HC. Diese Anmerkung ist von grossen

Digitized by Google

groſſen Nutzen, inſonderheit bey Beobachtung der Mondfinſterniſſe. Wenn die Spitzen des Mondes in der Abweichung etwas weit von dem Rande des Mondes entfernet ſind, der längſt den Faden AB hinſtreichet, ſo kan man ihren Durchgang durch den ſchiefen Faden in dem Sehrohr nicht beobachten, und der Beobachter geräth dadurch nicht ſelten in Verlegenheit. Da aber die Spitzen des Mondes allemahl in dem Rande der Sonne liegen, deren Durchmeſſer bekant iſt, oder doch durch die Beobachtung beſtimt werden kan, ſo findet hier eben der Fall ſtat, daß man den Abſtand des zu beſtimmenden Puncts von dem Mittelpunct der Sonne weiß, und man darf daher nur ihren Durchgang durch den Stundenfaden beobachten, um dadurch den Unterſcheid in der graden Aufſteigung zu erhalten. Dies kan gewiß geſchehen, wenn das Sehrohr nicht ſehr vergrößert. Ein Sehrohr von 5 bis 6 Fuß läſſet ſich noch bequem gebrauchen, beſonders wenn die beſchriebene Zurüſtung ſo gemacht worden, daß der Durchſchnittspunct der Faden C etwas von der Axe des Sehrohrs entfernet iſt, und der Faden dem der Rand der Sonne folgt, kein Durchmeſſer vom Felde des Sehrohrs iſt.

§. 84.

Man hat bey dieſer Methode zu beobachten noch einen andern Weg gefunden, den Unterſcheid der Abweichung zu finden, und zwar durch eine unmittelbare Meſſung. Man ſtelle ſich (Fig. 9.) wieder, wie vorher, zween Faden AB und ED vor, die ſich unter einem rechten Winkel ſchneiden. Mit dem Parallelfaden AB ziehe man einen andern GF parallel, den

Digitized by Google

man aber vermittelst einer Schraube dem AB nähern oder nach Gefallen von ihm entfernen kan. Wenn man durch Versuche einmahl herausgebracht hat, wie groß der Winkel ist, den die Entfernung des Faden GF von AB durch eine gewisse Anzahl Schraubengänge macht, so kan man es für jede andere Anzahl durch die Proportionsregul finden, und eine Tabelle darüber berechnen. Wenn man nun den einen Weltcörper, wie vorher, dem Faden AB folgen lässet, und rücket vermittelst der Schraube, doch ohne die Lage des ganzen Instruments zu verrücken, den Faden FG so weit von AB, daß ihm der andere Weltcörper folgt, so findet man den Unterscheid der graden Aufsteigung, wie vorher §. 62. Die Anzahl der Schraubengänge aber giebet den Unterscheid der Abweichung nach der Tabelle. Man findet insgemein an diesem Werkzeuge einen Zeiger, welcher die Anzahl der Schraubengänge aufzählet. Man nennet es ein Micrometer. Kirch kam zuerst auf den Einfall, zwo Schrauben in dem Brennpunct des Sehrohrs anzubringen, und durch ihre Entfernung und Annäherung durch Abzählung der Schraubengänge kleine Abstände am Himmel, die Durchmesser der Weltcörper, u. dgl. zu messen. Louville setzte die Faden an die Stelle der Schraubenspitzen, ohne den Vortheil der Schraubengänge zu verliehren. Von der Anwendung der Schraubengänge zur Abmessung der Winkel bey astronomischen und geographischen Werkzeugen verdienet besonders nachgelesen zu werden des Herrn von Osterwalds Beschreibung eines neuen Meßinstruments im ersten Bande der Churbayerschen Akademie der Wissenschaften.

§. 85.

Digitized by Google

§. 85.

Wenn man den Faden AB und ED eine horizontale und verticale Lage giebet, so kan man den Unterscheid der Höhe oder des Azimuths, eines in der Sonnen oder Mondscheibe zu bestimmenden Puncts messen. Wenn das erstere geschiehet, so bestimmet man den Unterscheid des Azimuths aus Beobachtung der Zeiten, in welchen der Mittelpunct dieser Weltcörper und das zu bestimmende Punct durch den Verticalfaden gehen. Misset man aber den Unterscheid des Azimuths, so bestimmet man den Unterscheid der Höhe aus der Zeit des Durchganges durch den Horizontalfaden. Diese Beobachtung hat zur Erfindung eines noch einfachern Werkzeuges Gelegenheit gegeben, welches, so viel ich weiß, Fouchy zuerst gebraucht hat.

§. 86.

Da man aus dem Durchgang des Mittelpuncts eines Weltcörpers und eines auf ihn zu bestimmenden Puncts durch den horizontalen Faden den Unterscheid der Höhe, und aus ihrem Durchgange durch den Verticalfaden den Unterscheid des Azimuths findet, so würde man aus ihrem Durchgange durch beyde Faden auch beydes finden. Man hat zu dem Ende nichts mehr nöthig, als in dem Brennpunct eines Sehrohrs zween Faden die sich in C (Fig. 10.) senkrecht schneiden, zu spannen. Man richtet alsdenn das Sehrohr so, daß die Ränder der Sonne vor Mittag in dem Quadranten DCB, und nach Mittag in dem Quadranten BCE liegen, und bemerket alsdann bey unverrückter Lage des Sehrohrs die Durchgänge beyder Ränder, imgleichen des

zu bestimmenden Puncts durch den horizontalen und Verticalfaden. Eine kleine Uebung lehret bey dieser Beobachtung dem Sehrohr die zur Beobachtung bequemste Lage geben und die Tageszeit kennen, wo sie am genauesten gemacht werden kan.

§. 87.

Es ist bey dieser Beobachtung nicht einmahl nöthig, daß diese Faden die horizontale und verticale Lage haben. Man findet durch eine etwas weitläuftige Rechnung, wenn man den Durchmesser des Welcörpers als bekant voraussetzt, den Unterscheid der graden Aufsteigung und Abweichung. Wie sie angestellet werden müsse, hat Herr Fouchy in den Memoiren der Academie der Wissenschaften von Paris für das Jahr 1737 umständlich beschrieben.

§. 88.

Die §. 62. u. f. beschriebene Einrichtung der Fäden in dem Brennpunct des Sehrohrs wird durch den Durchschnitt von vier Fäden in der Mitte des Sehrohrfeldes sehr beschwerlich. Bradley, welcher die Vortheile dieser Art Beobachtungen nicht verliehren wollte, suchte diese Unbequemlichkeit durch eine andere Einrichtung zu heben.

Man stelle sich (Fig. 11.) in dem Brennpuncte des Sehrohrs eine von vier Faden gezogene Raute ABCD von der Beschaffenheit vor, daß die eine Querlinie BD = 2AC, und daher BE = AC sey. Wenn man einen nahe am Aequator liegenden Weltcörper, der keine eigene Bewegung hat, bey unverrückter Lage des Sehrohrs durch die gemeinschaftliche Bewegung grade von C nach A gehen lässet, und die Zeit,

Digitized by Google

Zeit, da er durch C und A gehet, anmerket, so läſſet ſich durch Verwandlung ſolcher Zwiſchenzeit in Theile des Aequators die Größe des Bogen AC und DE beſtimmen. Man kan auch dieſe Beſtimmung durch andere Beobachtungen auf der Erde auf eben der Art machen, wie die Wehrte des Micrometers gefunden werden. Wenn nun bey der Beobachtung das Sehrohr ſo gerichtet wird, daß ein Weltcörper grade in der Linie CA durch das Sehrohr gehet, ſo wird jeder andere Weltcörper in einer Linie mit CA parallel durch das Sehrohr gehen, wenn ſeine Lage nicht verändert worden. Wenn man nun die Durchgänge des einen in C und A, und des andern in F und H bemerket, ſo findet man den Unterſcheid der graden Aufſteigung und Abweichung beyder Weltcörper. Das Mittel von der Zeit, in welcher der eine durch CA, und der andre durch FH gegangen, giebt den Zeitpunct, in welchen ſowohl der eine als andere derſelben in BD, mithin in einerley Abweichungskreiſe gelegen, und daraus ergiebt ſich ihr Unterſcheid in der graden Aufſteigung, auf eben der Art wie §. 62. Wenn man ferner die Zeit, welche der eine auf HF zugebracht hat in Theile des gröſten Circuls verwandelt, ſo findet man GB, weil HF = GB. Da man nun BE beſtimt weiß, oder aus der, Zeit, welche der andre Weltcörper auf CA zugebracht hat findet, ſo erkennet man daraus den Unterſcheid dieſer Weltcörper in der Abweichung GE = BE — BG. Alle dieſe bisher beſchriebene und vermittelſt der Faden in dem Brennpuncte angebrachte Einrichtungen werden Netze (reticula) genant. Im Anfange dieſer Erfindungen gebrauchte man verſchiedene Faden, die ſich in verſchiedenen Abſtänden

Digitized by Google

durchschnitten und in dem Felde des Sehrohrs, wie Netze aussahen. Durch die beschriebenen Einrichtungen wurde die Erfindung nur nach und nach einfacher gemacht.

§. 89.

Alle diese Einrichtungen vor dem Augenglase konten nur mit einigem Erfolge in kurzen Sehröhren gebraucht werden, mit welchen die Gegenstände am Himmel, welche man messen wollte, oft nicht gesehen werden konten. Dies bewog die Astronomen auf eine Methode zu denken, wie man an dem Objectivglase eines Sehrohrs eine Einrichtung anbringen könne, vermittelst welcher man kleine Abstände am Himmel mit grossen Sehröhren genau abmessen könne. Diese Erfindung ist unlängst gemacht, und in den Memoiren von Marseille für das Jahr 1755 Th. 2. ist diese Einrichtung und die ganze Geschichte ihrer Erfindung umständlich beschrieben. Ich werde hier nur das wesentliche anführen, und wie sie von Short in London zum Gebrauch bequem gemacht worden.

§. 90.

Wenn man ein Objectivglas längst seiner Axe in zween Theile schneidet, und die eine Hälfte mit einem Augenglase in ein Sehrohr verbindet, so hat man ein vollkommenes Sehrohr, welches die Objecte ganz darstellet, und wenn man mit dieser die andre Hälfte zusammensetzt, wie sie vor der Theiluug waren, so hindert der Durchschnitt nicht, daß man nun die Objecte nicht ebenfalls nur einfach sehen sollte. So bald aber die Axe der beyden Hälften E und F (Fig. 12.)

längst

Digitized by Google

längst der Durchschnittslinie von einander gebracht werden, siehet man vermittelst jeder Hälfte ein besonderes Bild des Objects, nach welchem das Sehrohr gerichtet ist. Je weiter nun die beyden Axen von einander gebracht werden, desto weiter entfernen sich auch die Bilder des Objects in den beyden Hälften. Wenn man nun eine Linie messen will, deren Bilder in der einen Hälfte in GH, in der andern in *gh* liegen, und man entfernet die Gläser auf die beschriebene Art so lange, bis der Endpunct H des einen Bildes mit dem Endpunct *g* des andern zusammen fällt, so siehet man, daß die beyden Axen um die ganze Linie von einander enefernet seyn müssen. Und eben so, wenn sich in der einen und andern Hälfte das Bild eines Weltcörpers zeiget, und man entfernet die Axen so lange bis die Ränder der beyden Bilder sich berühren, so müssen die Axen um den ganzen Durchmesser des Weltcörpers von einander entfernet seyn. Diese Entfernung und Annäherung der Axen geschiehet vermittelst einer Schraube, und man bestimmet die Wehrte der Schraubengänge auf eben die Art wie §. 84. gezeiget worden. Man ist dadurch im Stande kleine Abstände mit vieler Bequemlichkeit zu messen. Dies Werkzeug nennet man das Objectivmicrometer, und weil man anfangs seinen Gebrauch besonders zur Bestimmung des Sonnendurchmessers bestimt hatte, pfleget man es auch den Heliometer zu nennen.

Da man hiebey nur nöthig hat, die Endpuncte der Linie in dem Sehrohr auf einander zu bringen, so kan die zu messende Linie größer, als der Durchmesser des Sehrohrfeldes seyn, und man hat dabey zugleich die Bequemlichkeit bey der Beobachtung,

Digitized by Google

daß man seine Aufmerksamkeit nur auf einen einzigen Punct richten darf.

§. 91.

Was die Breite eines Ortes auf der Erde sey, und wie sie überhaupt aus astronomischen Beobachtungen gefunden werde, ist bereits im vorigen Capitel §. 34. angeführet worden, und §. 56. sind die Methoden angeführet, wodurch man den Abstand des Pols vom Scheitelpunct erforschet. Eine leichte Vergleichung der daselbst angebrachten Sätze lehret, daß der Abstand eines Ortes auf Erden vom Pol ein Bogen sey, der demjenigen vollkommen ähnlich ist, wodurch der Abstand des Scheitelpuncts von demselben gemessen wird, und daß seine Breite eben so viele Grade betrage, als die Abweichung seines Scheitelpuncts. Man hat daher um die Breite eines Ortes auszumachen, nichts weiter nöthig, als die Methoden anzuwenden, wodurch die Abweichung des Scheitelpuncts oder der Abstand des Pols von demselben gefunden werden.

§. 92.

In den §. 34. 36. u. f. ist bereits gezeiget, was die Länge sey, wie sie überhaupt gefunden werde, und wie viel willkührliches in der Geographie in der Annahme eines ersten Mittagskreises herrsche. Man siehet daraus sogleich, daß hiebey das wesentliche darauf ankomme, den Unterscheid zweener Mittagskreise oder ihren Abstand von einander zu entdecken.

Das erste, worauf man hiebey verfallen konte, war, denselben aus einer wrüklichen Messung der Erde und des Abstandes zwener Oerter auf derselben

bey

Digitized by Google

bey Vorausſetzung ihrer Breite zu finden. A und B (Fig. 13.) ſtellen zween Oerter auf der Erde vor, und P ſey der Pol derſelben, ſo ſind PA und PB die Mittagskreiſe derſelben, und der Winkel bey P beſtimmet den Abſtand der Mittagskreiſe von einander. Wenn man die Länge des Bogen AB würklich gemeſſen hat, und man weiß einmahl wie groß der ganze Umfang der Erde iſt, ſo findet man durch die vierte Proportionalzahl zu dem Umfang der Erde, der gemeſſenen Länge, und 360 Graden die Größe des Bogens AB in Circultheilen. Wenn nun die Breite der Oerter A und B, mithin auch ihr Abſtand vom Pol AP und BP als bekant vorausgeſetzt wird, ſo hat man in dem ſphäriſchen Dreyeck alle drey Seiten, und findet daraus den Winkel bey P, welches der geſuchte Abſtand der Mittagskreiſe iſt.

§. 93.

Zugleich ſiehet man hieraus, wie man aus der gegebenen Breite zweener Oerter und dem Unterſcheid ihrer Mittagskreiſe ihre Entfernung von einander finde. Aus AP, BP und dem Winkel bey P findet man AB in Circultheilen, und wenn der Umfang der Erde bekant iſt auch in Längenmaaſſe. Sonſt wird man leicht finden, daß dieſe Methode in der Ausübung ſehr vielen Schwürigkeiten ausgeſetzt ſey. Aber ſie war doch die einzige, aus welcher die Schiffer lange Zeit den Unterſcheid der Mittagskreiſe des Ortes, wo ſie abgeſegelt waren, und derer, wo ſie ſich befanden, ſchlieſſen muſten.

§. 94.

Wenn man auf der gemeinſchaftlichen Bewegung der Weltkugel einige Aufmerkſamkeit wendet, ſo

Digitized by Google

muß man erkennen, daß ein Weltcörper durch die gemeinschaftliche Bewegung nach und nach in die Mittagskreiſe aller Oerter auf der Erde gebracht werde, bis er nach 24 Stunden den erſten, wo er ausgieng, wieder erreichet. Man ſetze nun, daß man aller Orten von dem Eintritt dieſes Weltcörpers in den Mittagskreiſen derſelben den Tag zu zählen anfange, ſo werden alle Oerter unter dem Mittagskreiſe PB ihre Stunden zugleich anfangen zu zählen, und eben ſo alle Oerter unter dem Mittagskreiſe PA (Fig. 14.). Man ſetze nun, daß ſich der Weltcörper von s nach S bewege, und daß man unter dem Mittagskreiſe PB bereits 3 Uhr zähle, wenn der Weltcörper in den Mittagskreis PA tritt, wo man alsdann die Stunden zu zählen anfängt, oder 24 zählet; ſo wird die Zahl, nach welcher die Uhr unter dem einen Mittagskreis gezählet wird, allezeit um 3 ganze Stunden von derjenigen unterſchieden ſeyn, nach welcher die Stunden unter dem andern Mittagskreiſe gezählet werden. Das heiſt, die Mittagskreiſe liegen der Zeit nach 3 Stunden von einander, oder ſo lange Zeit gebraucht ein Weltcörper in der gemeinſchaftlichen Bewegung von einem Mittagskreiſe zum andern zu kommen. Man darf daher nur dieſe Zeit in Circultheile verwandeln §. 57, ſo findet man die Grade des Bogen Ss, mithin den Winkel bey P. Die einzige Schwürigkeit hiebey komt darauf an, etwas auszumachen, woraus man erkennen könne, welches der Unterſcheid der Zahl ſey, wornach unter zween Mittagskreiſen die Uhr gezählet wird. Wenn dies Mittel von der Art iſt, daß man aus der Stunde, welche man an dem Orte zählet, wo man ſich befindet, ſchlieſſen könne, welche

Digitized by Google

che Stunde man an einem andern Orte, welcher seiner Länge nach bekant ist, zählet; wenn es oft genug und selbst in der Bewegung, welcher ein Schiff auf der See ausgesetzt ist, angewendet werden kan, so giebt es die Auflösung der berühmten Aufgabe, die Meereslänge zu finden.

§. 95.

Um diese Aufgabe aufzulösen suchte man bey der Mechanik und Astronomie Hülfe. Wenn man eine Uhr verfertigen könte, welche bey aller unordentlichen Bewegung des Schiffes sich in ihrem gleichförmigen Gange erhielte, und man stellet sie nach der Zeit des Ortes, von welchem man abreiset, so würde man daran auf der ganzen Reise sehen können, wie viel die Uhr an dem Ort der Abreise wäre. Wenn man nun durch Beobachtung die Zeit des Ortes, wo man sich eben befindet, ausmachte, so könte man aus einer angestellten Vergleichung entdecken, den Unterscheid beyder Oerter die Uhr zu zählen, mithin den Unterscheid der Mittagskreise. Als diese Aufgabe der Mechanik zuerst vorgeleget ward, hatte diese Wissenschaft noch nicht das zu ihrer Auflösung reife Alter erreichet, und man konte sich deswegen auf diesem Wege nicht vieles versprechen. Gleichwohl unterliessen die Künstler nicht, von der Zeit an auf die Verfertigung einer solchen Maschine zu denken. Diejenigen, welche am wenigsten verstanden, worauf es dabey ankam, glaubten immer am ersten, sie zu Stande gebracht zu haben. Und hierin hatte diese Aufgabe mit der Quadratur des Circuls ein vollkommen ähnliches Schicksal.

§. 96.

Digitized by Google

§. 96.

Die Astronomen suchten unterdessen Erscheinungen am Himmel auf, welche die Stelle einer solchen Uhr vertreten sollten. Der Anfang und das Ende der Mondfinsternisse, die Verfinsterung der Flecken im Monde, der Eintritt der Jupiterstrabanten in den Schatten ihres Hauptplaneten, ihr Austritt aus demselben, dies sind Erscheinungen, welche an allen Orten, wo sie gesehen werden, in einerley Zeitpuncte gesehen werden. Wenn man nun weiß, wie viel die Uhr an einem bekanten Orte seyn muß, wenn sich eine der angeführten Erscheinungen zuträgt, und man beobachtet die Zeit, wenn sie an dem Orte gesehen wird, wo man sich befindet, so weiß man den Unterscheid der Uhr, und kan daraus den Unterscheid ihrer Mittagskreise bestimmen. Die Astronomen bedienen sich dieses Mittels mit gutem Erfolge den Unterscheid der Mittagskreise ihrer Sternwarten zu bestimmen, und der Pater Hell hat in einer lesenswürdigen Abhandlung, seinen Ephemeriden angehänget, mit vieler Gelehrsamkeit die Vorsichtigkeiten ausgeführet, welche man anwenden muß, diese Bestimmung in der grösten Schärfe zu machen.

Die Sonnenfinsternisse, die Bedeckungen der Fixsterne vom Monde und den Planeten, sind Erscheinungen, welche nicht zu gleicher Zeit an allen Orten, wo sie sichtbar sind, gesehen werden. Sie werden an einem Orte früher, an dem andern später und am dritten gar nicht gesehen, wenn gleich die Weltcörper, wodurch sie veranlasset werden, sich über den Horizont eines solchen Ortes befinden. Man kan indessen auch aus diesen Erscheinungen den Unterscheid

scheid der Mittagskreise, aber nur durch mühsame Rechnungen, herleiten. Ich werde erst in der Folge zeigen, wie dieses verrichtet werden könne.

§. 97.

Alle diese Methoden sind sehr brauchbar, wenn man es auf die Zeit ankommen lassen kan, sie zu erwarten; wenn man Bequemlichkeit hat, sie zu beobachten, und, wenn es erfordert wird, zu berechnen. Auf dem Lande lassen sich die Schwürigkeiten, welche der Gebrauch langer Sehröhre und die Beobachtung selbst mit sich führen, endlich überwinden. Man kan sich durch Vergleichung vieler dergleichen Beobachtungen der Wahrheit nähern und den Irrthümern abhelfen, welche einzelne Beobachtungen, der Gebrauch verschiedener Sehröhre, und die verschiedene Gesichtsschärfe nachlassen. Sie sind auch in so ferne der Schiffarth nützlich, daß sie die Lage der Oerter auf der Erde näher bestimmen. Allein auf einer Seereise leisten sie nicht die nöthige Hülfe, den selbst die Bedeckungen der Jupiterstrabanten sind zuweilen in einigen Monathen nicht zu beobachten.

§. 98.

Die Astronomen liessen sich indessen von ihrem Vorhaben, eine so nützliche Erfindung zu machen, nicht abbringen. Unser Mond ward endlich dasjenige Zeichen am Himmel, welches die Stelle der vorbesagten Uhr vertreten, und dem Schiffer, so oft er zu fragen nöthig fand, sagen sollte, wie viel die Uhr an einem bekanten Orte sey, und ihn dadurch denjenigen kennen lehren, wo er sich befand.

Der

Digitized by Google

Der Mond vollendet seinen Weg durch die Ecclíptik am geschwindesten unter allen Weltcörpern, und muß daher in kurzer Zeit seine Länge merklich verändern. Wenn man seinen Lauf für einen bekanten Ort genau berechnet hat, so daß man weiß, was er zu jeder Zeit für eine Länge hat, und man beobachtet an einem Orte die Länge desselben, oder schliesset sie aus der beobachteten Höhe, wie gezeiget worden, so giebt die Vergleichung der Zeit der Beobachtung mit der für den bekanten Ort berechneten Zeit, da er die Länge, welche beobachtet worden, hatte, den Unterscheid der Uhr von einerley Zeitpuncte an beyden Orten, und daher den Unterscheid ihrer Mittagskreise. Halley, ein so guter Schiffer als Astronom, will aus diesen Beobachtungen grossen Nutzen gezogen haben, obgleich zu seiner Zeit die Bewegung des Mondes noch nicht mit grosser Genauigkeit bestimt war. Delacaille giebt nach seiner weiten Seereise ebenfalls die Beobachtung der Lage des Mondes durch Vergleichung mit einem nahen Fixstern für ein wichtiges Hülfsmittel an, auf der See die Länge zu finden. Es ist unglaublich, was für Mühe angewendet worden, die Gesetze für die Bewegung des Mondes zu entwickeln und dafür genaue Tabellen zu berechnen. Euler hat für das erste, Tob. Mayer für das zweyte, und Clairaut für beydes mit Ruhm gearbeitet. Man ist endlich so weit gekommen, daß man dem Schiffer genaue Verzeichnisse mitgeben kan, wo der Mond zu jeder Zeit, wie sie an einem bekanten Orte gezählet wird, stehen muß, und dies Verzeichniß kan er als eine Uhr gebrauchen, die ihm allemahl, wenn er den Mond beobachtet hat, zeiget, wie

Digitized by Google

wie viel dann die Uhr an dem Orte ist, für welchen sein Verzeichniß ausgerechnet worden.

§. 99.

Man kan leicht begreifen, daß die genauesten Beobachtungen erfordert wurden, um so weit zu kommen. Man hat alle Kunst der Mechanik, Optik und fast aller übrigen Wissenschaften aufgeboten, um Instrumente zu machen, mit welchen hiezu dienliche Beobachtungen angestellet werden konten. Man kan sagen, daß alle diese Künste von den Astronomen zu derjenigen Vollkommenheit gebracht worden sind, in welcher sie gegenwärtig stehen. Als Astronomen forderten sie von ihnen Werkzeuge von bestimter Vollkommenheit, und als Naturkündige lehrten sie den Künstler die Eigenschaften der Materie kennen, die er bearbeiten muste, und die geschicktesten Mittel, wodurch Schwürigkeiten überwunden und Hindernisse gehoben werden konten, die sich ihren Absichten entgegen setzten. Die neueste Geschichte der Sehröhre, Uhren und fast aller astronomischen Werkzeuge liefert davon eine Menge Beweise.

Fast zu gleicher Zeit, da die Astronomen ihre Erfindung zu solcher Vollkommenheit gebracht hatten, war auch John Harrison in London durch Hülfe der Mechanik mit seiner Uhr fertig geworden, welche, aller Bewegung des Schiffes ungeachtet, sich in einem allezeit gleichförmigen Gange erhielte, und die man vor ihm vergeblich zu verfertigen bemühet gewesen. Sie ist bereits auf verschiedenen Seereisen geprüfet und bewährt gefunden, und man erwartet schon eine vollständige Beschreibung ihrer Einrichtung.

Digitized by Google

Viertes Capittel

Einfluß der Erdatmosphäre und des eccentrischen Orts der Beobachtung auf der Oberfläche der Erde in die Beobachtungen, und die deswegen nöthige Verbesserungen derselben.

§. 100.

Alle im vorigen Capittel angeführte Methoden, die Lage eines Weltcörpers in Absicht der festgesetzten drey grösten Circul der Weltkugel zu bestimmen, setzen zum voraus, daß die Richtung, in welcher der Lichtstrahl auf das Auge würket, auch eben die grade Linie sey, welche von dem Orte, wo der Weltcörper stehet, wann das Auge den Lichtstrahl empfänget, in das Auge gehet, und daß sich das Auge im Mittelpunct der grösten Circul befinde, gegen welche die Lage des Weltcörpers bestimt wird. Wenn sich dies anders verhielte, so kan auch die durch erwähnte Methoden bestimte Lage nicht in aller Schärfe richtig seyn. Und diese Stücke sind es, welche hier untersucht werden müssen, um, wenn sie stat finden sollten, die nöthigen Verbesserungen zu erfinden.

§. 101.

Wenn man zuerst annimt, daß ein Lichtstrahl in grader Linie von einem Weltcörper, bis in das Auge des

Digitized by Google

des Beobachters gehet, so folget daraus noch nicht, daß derselbe zu der Zeit in der graden Linie liege, in welcher er gesehen wird. Wir urtheilen von der Richtung eines Lichtstrahls blos nach dem Eindrucke, welchen er auf das Auge macht. Daß aber dies Urtheil falsch seyn könne, und der Eindruck nach einer von dem Wege des Lichtstrahls ganz verschiedenen Richtung geschehen könne wird folgende kurze Betrachtung zeigen.

§. 102.

Daß überhaupt der Eindruck, welchen ein in Bewegung gesetzter Cörper auf einen andern macht, nach der Linie geschehe, in welcher er sich beweget, lässet sich nur so lange behaupten, als der Cörper in Ruhe ist, auf welchen er würket. So bald aber der zweyte Cörper ebenfalls in einer Bewegung ist, deren Geschwindigkeit gegen die Geschwindigkeit des erstern nicht für gar nichts zu achten ist, lässet sich die Richtung, nach welcher der Eindruck geschiehet, nur aus Vergleichung der Bewegung beyder Cörper bestimmen.

Man setze aus A (Fig. 14.) bewege sich ein Cörper gegen die Fläche eines flüßigen Cörpers und treffe denselben in P; wenn der flüßige Cörper gar keine Bewegung hätte, so würde er in der verlängerten Linie PB durch den flüßigen Cörper gehen, wenn man hier die Kräfte eines flüßigen Cörpers, die Richtung eines andern zu verändern, welche von etwas andere als seiner Bewegung herrühren, bey Seite setzt. Wenn aber der flüßige Cörper selbst eine Bewegung hat, so siehet man wohl, daß er seinen Weg durch PC nehmen müsse, so daß sich PB zu BC ver-

Digitized by Google

halte, wie die Geschwindigkeit der Bewegung des aus A gegangenen Cörpers zur Geschwindigkeit der Bewegung des flüßigen Cörpers. In diesem Zustande der Bewegung des flüßigen Cörpers geschiehet daher der Eindruck bey P nach der Richtung PC nicht anders, als wenn der Cörper nicht aus A, sondern aus D in der Linie DP auf den flüßigen Cörper gestossen wäre. Es ist nicht anders, wenn ein Cörper in den Linien *a*P oder *α*P auf diesen flüßigen Cörper träfe. Er kan nicht durch diesen flüßigen Cörper in den Linien P*b* und P*β* gehen, sondern muß die Linien P*c* und P*γ* durchlaufen, so daß P*b* zu *bc* oder P*β* zu sich wie die erwähnten Geschwindigkeiten verhalten, und der Eindruck geschiehet nach eben diesen Linien, als wenn der Cörper im erstern Falle durch *d*P, und im andern aus *N* auf den flüßigen Cörper getroffen hätte.

§. 103.

Man kan noch viele andere Erfahrungen anführen, die zu eben diesen Zweck dienen, aber die angeführte ist so einleuchtend, daß sie statt aller dienen kan. Ich habe nur sie desto sinnlicher zu machen angenommen, daß der Cörper flüßig seyn soll, auf welchen der andere stöst. Man kan ihn ganz leer annehmen, die Erfahrung bleibt auch denn noch dieselbe, und man hat den Vortheil, daß ein solcher Cörper dann keine andere Eigenschaften hat, die noch ausser der Bewegung seine Richtung verändern können. Aus diesen Erfahrungen ist es ausgemacht, daß der Eindruck, welchen ein bewegter Cörper auf einen andern in Bewegung gesetzten macht, in der Diagonallinie eines Parallelogramms geschehe, dessen

Digitized by Google

sen zwo Seiten in den Richtungslinien der Bewegung beyder Cörper liegen, und sich wie die Geschwindigkeiten ihrer Bewegungen verhalten.

§. 104.

Man kan hievon leicht die Anwendung auf den Lichtstrahl machen. Man stelle sich vor, das Auge eines Beobachters in P empfange in der graden Linie AP, *a*P, oder ♌P den Lichtstrahl von einem Weltcörper S; so wird er ihn in eben der Linie sehen, wenn er selbst in Ruhe ist. So bald aber das Auge in einer Bewegung ist, welche gegen die Geschwindigkeit des Lichts nicht für gar nichts zu halten ist, sondern sich in der Zeit durch PE beweget, in welcher der Strahl von D, *d* oder ♂ nach E gehet, empfänget es den Eindruck des Lichtstrahls in der Richtung DP, *d*P oder ♂P, und darnach wird der Beobachter urtheilen müssen, daß der Weltcörper in diesen Richtungen stehe. Man nennet den hievon abhängenden Unterscheid in der wahren und scheinbaren Lage eines Weltcörpers, den Winkel APD, *a*PD, ♌P♂, unr welchen er nach der Richtung der Bewegung des Auges von seiner wahren Lage weggerückt wird, die **Abirrung des Lichtes.** Daß wir uns auf dem Erdboden in dem Falle finden, kan nur unten gezeiget werden. Hier war es nur meine Absicht einen vorläufigen Begriff davon zu geben, woraus zugleich erhellet, wie auch in dem Falle, wenn der Lichtstrahl von seinem Wege nicht abgelenket wird, es möglich sey, daß er von dem Beobachter in einer andern Richtung gesehen werde, als in welcher er würklich einher gehet.

Digitized by Google

§. 105.

Ausserdem aber wird der Lichtstrahl auch würklich von seinem Wege abgelenket ehe er von einem Weltcörper in das Auge eines Beobachters auf der Erde gelanget. In der Dioptrik wird gezeiget, daß ein Lichtstrahl nicht weiter in grader Linie fortgehe, als so lange das Mittel, durch welches er gehet, durchaus von einerley Dichtigkeit ist. So bald er aber in ein dichteres oder dünneres Mittel geräth, wird er von seinem Wege abgelenket, und zwar dergestallt, daß die neue Linie, in welcher er gehet, mit der in dem Einfallspuncte auf der Oberfläche stehenden senkrechten Linie im erstern Falle einen kleinern, und im andern einen größern Winkel macht, als die verlängerte Linie seines vorigen Weges. Man sagt dann der Strahl werde an der Oberfläche des neuen Mittels von verschiedener Dichtigkeit gebrochen. Die Strahlenbrechung ist daher nichts anders, als die Ablenkung desselben von dem graden Wege, welche von einem Mittel von verschiedener Dichtigkeit verursacht wird. Hieraus folget sogleich, daß keine Strahlenbrechung statt finde, wenn der Strahl in einer Linie, welche auf der Oberfläche eines Mittels senkrecht stehet, in dasselbe dringet.

§. 106.

Dies sind ebenfalls sehr gemeine Erfahrungen, welche (Fig. 16.) sinlich darstellt. Wenn GH die Oberfläche vorstellet, welche das über dieselbe liegende dünnere Mittel von dem unter derselben liegenden dichteren scheidet, und der Strahl gehet aus dem dünnern Mittel in das dichtere, so heisset AB der einfallende Strahl, BF der gebrochene, und B

der

Digitized by Google

der Einfallspunct. Gehet er aus dem dichtern Mittel in ein dünneres, so ist FB der einfallende, und BA der gebrochene Strahl. Wenn man in B eine Linie ED senkrecht auf die gesagte Oberfläche aufrichtet, so heisset der Winkel ABE, welchen der einfallende Strahl mit dieser Linie macht der Einfallswinkel, und der Winkel, welchen der gebrochene Strahl mit ihr macht FBD der Brechungswinkel; den Unterscheid beyder Winkel, das ist, den Winkel ABC wollen wir die Gröſſe der Strahlenbrechung, oder schlechtweg die Strahlenbrechung nennen. Er ist eigentlich das Maaß derselben. In der Dioptrik wird gezeiget, daß der einfallende Strahl mit dem gebrochenen, und der in dem Einfallspuncte aufgerichteten senkrechten Linie in einer Ebene liegen. Die Strahlenbrechung geschiehet also ganz in einer Ebene, welche auf der brechenden Oberfläche in dem Einfallspuncte senkrecht stehet.

§. 107.

Wenn daher ein Lichtstrahl durch viele dergleichen Mittel gehet, so siehet man wohl, daß man diese Schlüsse wiederholen müste, so oft er in ein neues Mittel von verschiedener Dichtigkeit geräth.

Wenn man (Fig. 17.) setzet, daß IK, LM, NO, drey Mittel von verschiedener Dichtigkeit vorstellen, so daß IK dünner als LM, und LM dünner, als NO ist, so wird der einfallende Strahl AB in B gebrochen, und gehet in der Linie BF durch das Mittel IK; bey F leidet er die zwote Brechung und gehet durch das Mittel LM in der Linie FG; bey G wird er zum drittenmahl gebrochen, und in GH durch das Mittel NO gehen. Die gebrochene Linie ABFGH stellet

Digitized by Google

den Weg des Lichtstrahls vor. Ein Weltcörper, von welchem dieser Strahl ausgehet, wird in B in der graden Linie BA; in F in der Linie FC; in G in der Linie GR und in H in der Linie HQ gesehen.

§. 108.

Ich habe hiebey angenommen, daß das Mittel IK durchaus von einerley Dichtigkeit sey, und eben so LM und NO. Wenn aber auch in diesen Mitteln selbst die Dichtigkeit verschieden wäre, und durch das ganze Mittel NK stetig zunähme, so würde die gebrochene Linie BFGH in eine krumme Linie BH (Fig. 18.) übergehen. Wenn der Strahl bey H in das Auge eines Beobachters fällt, wird der Weltcörper in der graden Linie gesehen, welche die Linie BH in dem Puncte H berühret, und eben so würde er in jedem andern Puncte dieser Linie BH in der Berührungslinie gesehen werden. Dies sind alles Sätze, die ein kleines Nachdenken deutlicher macht, als viele Worte.

§. 109.

In Ansehung der Weltcörper befinden wir uns auf der Erde würklich in dem Falle, wo alle diese Sätze eine unläugbare Anwendung finden. Unsere Erde ist mit einer Dunstkugel umgeben, wovon unendlich viele täglich allen Menschen vor Augen stehende Erscheinungen beweisen, daß sie mit wässerichten Feuchtigkeiten angefüllet sey, und daß die Dichtigkeit dieses Gehäuses, in welchem die Erde schwimmet, zunehme, je näher die Theile desselben der Erde liegen. Der kleinere Circul (Fig. 19.) stelle die Erde, und der größere die Oberfläche der Dunstkugel

Digitized by Google

kugel vor, so weit sie die Strahlen zu brechen vermag. A sey ein Ort auf der Erde, so ist CAB seine Scheitellinie, und in S sey ein Weltcörper. Wenn die Erde nicht mit einer Dunstkugel umgeben wäre, welche die Kraft hätte, die Strahlen zu brechen, so würde der Weltcörper in der graden Linie ADS gesehen werden. Allein in dem Falle, worin wir uns würklich befinden, wird dieser Strahl SD in D gebrochen und nicht in A, sondern in E einem andern Orte auf der Erde anlangen. Dagegen wird ein anderer Strahl SF, welcher ebenfalls bey F gebrochen wird, in der krummen Linie FA durch die Dunstkugel gehen, und bey A mit der Richtung der Berührungslinie in das Auge eines Beobachters fallen. Er wird den Weltcörper in der Linie AH sehen, und nach dem Winkel BAH seinen Abstand vom Scheitelpuncte bestimmen, welches doch nach dem Winkel BAS geschehen sollte. Das heist er wird in dieser Bestimmung und den Winkel HAS irren.

§. 110.

Es ist gleichviel, in welchem Puncte der Linie FS der Weltcörper stehet, er wird immer aus F nach A gebrochen und in der Linie AH von A aus gesehen werden. Und daher hänget die Größe der Strahlenbrechung überall nicht von dem Abstande eines Weltcörpers von der Erde ab. So ist die Würkung der Strahlenbrechung im allgemeinen beschaffen, welche man die **astronomische** zu nennen pfleget, zum Unterscheide einer andern, die aus einer ähnlichen Ursache die Gegenstände auf der Erde erhebet und erniedriget. Sie heisset die irrdische (terrestris).

Digitized by Google

§. 111.

Da die Strahlenbrechung allein in der Scheitelfläche geschiehet, so wird dadurch wohl die Höhe eines Weltcörpers verändert, aber sein Azimuth hat dadurch nicht die geringste Veränderung erlitten. Indessen hat doch die Strahlenbrechung auf die Bestimmung der Lage eines Weltcörpers gegen den Aequator sowohl als die Ecliptik ihren Einfluß. Es sey (Fig. 20) HR der Horizont, E der Scheitelpunct, AQ der Aequator, und P der Weltpol. S sey ein Weltcörper der durch die Strahlenbrechung in dem Scheitelcircul von S nach s erhöhet wird. Man ziehe durch S und s die Abweichungscircul PS und Ps, so muß der Abstand des Weltcörpers vom Pol, aus PS in Ps, und sein Abstand vom Mittagskreise aus APS in APs übergehen. Und es wird daher sowohl die grade Aufsteigung als die Abweichung des Weltcörpers S durch die Strahlenbrechung verändert. Wenn man sich unter AQ die Ecliptik vorstellet, so ist PEH der Scheitelcircul, welcher durch den Neunzigsten gehet, und P der Pol der Ecliptik. Durch die von S bis s veränderte Höhe des Weltcörpers wird sowohl der Abstand desselben vom Pol der Ecliptik als der Abstand vom Neunzigsten, mithin sowohl die Breite als Länge des Weltcörpers verändert.

§. 112.

Ueberhaupt bleibt in dem Dreyecke PSE, wenn es in PsE übergehet, die Seite PE und der Winkel bey E beständig und die Seite ES wird in Es verändert. Und daraus lassen sich die dadurch sowohl in dem Winkel bey P, als in dem Bogen PS verursachten

Digitized by Google

sachten Veränderungen aus den in der sphärischen Trigonometrie erklärten Differential-Formuln berechnen. Wenn man aus S auf Ps den Bogen SD senkrecht ziehet, so findet man sie auch selbst aus dem Dreyecke SDs, welches man, da es klein genug ist, als gradlinicht annehmen kan.

§. 113.

Die Strahlenbrechung verdiente in der Astronomie desto mehr eine genaue Untersuchung, als man sich ohne Erkäntniß derselben von der Bewegung der Weltcörper und deswegen auch von ihrer Lage keinen bestimten Begriff machen kan. Die ältern Naturkundige kanten vom Aristoteles an diese Erscheinung, aber ihre Gesetze waren ihnen gänzlich verborgen. Kepler, dem die Naturlehre so vieles zu danken hat, fiel zuerst darauf, sie durch Versuche mit dem gläsernen Würfel zu untersuchen, und Snellius lernte zuerst daraus, daß die Sinus des Einfalls und Brechungswinkel in einerley Mittel eine beständige Verhältniß haben. Vor dem Tycho ward in der Astronomie die Strahlenbrechung in gar keine Betrachtung gezogen. Sie konten sich so wenig auf ihre Werkzeuge verlassen, daß sie eine Kleinigkeit, wie die Strahlenbrechung, von den Irrthümern nicht unterscheiden konten, vor welchen ihre Beobachtungen nicht sicher seyn konten. Sie waren grösstentheils ungewiß, ob es überall eine astronomische Strahlenbrechung gebe. Tycho hob diese Ungewißheit, so unrichtig auch übrigens seine Begriffe von ihren Gesetzen waren. Lange Zeit nachher glaubte man noch, daß die Strahlenbrechung nur bis auf eine Höhe von 45° stat habe, und diese Meynung war wieder-

Digitized by Google

um eine Folge unvollkommener Beobachtungen, deren Fehler von der Unvollkommenheit ihrer Werkzeuge abhingen. Die Strahlenbrechung beträgt in dieser Höhe nicht eine Minute, und zu einer zu dieser Bestimmung erforderlichen Genauigkeit reichten ihre Werkzeuge nicht.

§. 114.

Caßini fand das vom Snellius gefundene Gesetz auch bey der astronomischen Strahlenbrechuug bestätiget. Er muste daraus schliessen, daß die Strahlenbrechung bey anwachsender Höhe zwar abnehmen, und endlich so klein werden müsse, daß sie sich der schärfsten Beobachtung entziehen könne, aber daß sie nur im Scheitelpunct gänzlich aufhören könne.

Es werde (Fig. 21) ein Weltcörper in der Linie AG, ein anderer in der Linie AD gesehen, so giebt die Vergleichung der beyden Dreyecke AGC und ADC, daß der Brechungswinkel AGC > ADC sey, daher wird auch der Einfallswinkel SGK > EDI seyn. Es ist aus der Figur allein klar, daß der Brechungswinkel desto gröser und größer werde, je schiefer der Strahl einfällt, daß daher auch die Strahlenbrechung alsdann größer werde, und daß gerade das Gegentheil stat finde, je grader er auf die brechende Oberfläche fällt. Für eine grosse Höhe ist es daher schwer, aus Beobachtungen allein ihre Größe zu bestimmen. Aus diesem Grunde verband Caßini Theorie und Beobachtung, um durch beyde zu erhalten, was er durch die letztere allein nicht erreichen konte.

§. 115.

Wenn man annimt, daß die Dunstkugel, so weit sie die Strahlen bricht, durch und durch einerley Dich-

Digitized by Google

Dichtigkeit hat; daß daher die Strahlen blos an der Oberfläche der Dunstkugel gebrochen werden, und übrigens von da an in grader Linie durch dieselbe in das Auge des Beobachters gehen; wenn man dies voraussetzen will, so könte man aus dem bekanten Halbmesser der Erde, und der Höhe der strahlenbrechenden Dunstkugel für jeden Abstand vom Scheitelpunct den Brechungswinkel berechnen, wie in dem Dreyeck CAG aus CA, CG und CAG oder BAG der Winkel CGA gefunden wird. Wenn dann die Größe der Strahlenbrechung nur für eine einzige Höhe durch Beobachtung festgesetzt, und sie mit dem für diese Höhe gefundenen Brechungswinkel in eine Summe gebracht wird, so hat man für eine Höhe den Einfalls- und Brechungswinkel, und daher auch das Verhältniß ihrer Sinus. Da man nun für jede andere Höhe den Brechungswinkel berechnen kan, so findet man aus der einmahl bekanten Verhältniß der Sinus auch den Einfallswinkel für jede Höhe. Der Unterscheid zwischen dem Einfalls- und Brechungswinkel für eben dieselbe Höhe, giebet aber die Größe der Strahlenbrechung für dieselbige Höhe.

§. 116.

Da der Halbmesser der Erde durch die Bemühungen der französischen Meßkünstler bekant genug ist, so kam es nur darauf an, die Höhe des strahlenbrechenden Dunstkreises zu finden. Caßini suchte sie durch versuchen zu erforschen. Er fand die horizontale Strahlenbrechung 32′ 10″, und für die Höhe von 10° gaben sie genaue Beobachtungen 5′ 28″. Wenn man nun eine bestimte Länge für die gesuchte Höhe annimt, die Brechungswinkel für beyde Höhen

Digitized by Google

hen berechnet und ihre Einfallswinkel sucht, so kan man nachsuchen, ob die Sinus der Einfalls- und Brechungswinkel eine Proportion ausmachen, und die gesuchte Höhe für richtig angenommen halten. Wenn aber eine solche Proportion nicht erfolget, so muß sie abgeändert, und die Untersuchung so lange wiederholet werden, bis die Annahme mit den Beobachtungen zutrift. Caßini fand, daß 2000 Toisen für die Höhe des Dunstkreises angenommen, diesen Beobachtungen ziemlich angemessen sey, und darnach berechnete er eine Tabelle, welche seit 1714 in der Astronomie fast allgemein gebraucht worden.

§. 117.

Caßini wuste sehr wohl, daß seine angenommene Theorie der Strahlenbrechung nicht in aller Schärfe richtig sey. Es fällt in die Augen, daß die Dunstkugel nicht durchaus von einerley Dichtigkeit seyn könne. Da er aber die Höhe des Dunstkreises willkührlich annahm, so konte der Fehler der Theorie wenigstens so weit dadurch ersetzet werden, daß die berechnete Tabelle mit den damaligen Beobachtungen genau genug übereinkamen. Indessen goß sich, ich weiß nicht was für ein Verführungsgeist über die Astronomen aus, anzunehmen, daß der Dunstkreis nur bis auf einer Höhe von 2000 Toisen die Strahlen zu brechen vermöge, und daß die Strahlenbrechung größer werde, wenn man über der Wasserfläche merklich auf der Erde erhöhet ist. Man glaubte daß Caßini beydes für wahr gehalten habe, und man glaubte es vermuthlich ohne Grund.

§. 118.

Digitized by Google

§. 118.

Der letzte Satz ist eine Folge aus der besagten falschen Theorie, und eben aus dem, was darin falsch ist, daß nämlich der Lichtstrahl in grader Linie durch die Dunstkugel gehen soll. In dem Falle mag man sich in der Linie AG befinden, in welchem Puncte man will, so siehet man in der Linie AH den Weltcörper, der würklich in S stehet. Die Strahlenbrechung ist daher in der ganzen Linie AG in allen Puncten gleich groß, aber in α gehöret sie für den Abstand vom Scheitelpunct DαG, und in A für den Abstand BAG. Nun ist BAG größer, als AαC, folglich auch größer, als GαD. Daraus folgt, daß in α die Strahlenbrechung für einen kleinern Abstand vom Scheitelpunct eben so groß sey, als in A für einen größern, und daß also in α die horizontale Strahlenbrechung größer, als in A seyn müsse. Hieraus folgte sogar, daß man um beynahe 2000 Toisen von der Oberfläche der Erde entfernet, eine eben so große Strahlenbrechung im Scheitelpunct haben würde, als die horizontale Strahlenbrechung in A beträgt, welches auch nicht den geringsten Schein haben könte.

§. 119.

Der andere Satz, daß der Dunstkreis nur bis auf 2000 Toisen eine strahlenbrechende Kraft habe, hat an sich selbst im geringsten nichts widersinniges, aber man muß sich doch wundern, daß man durch Betrachtungen die gerade das Gegentheil lehren musten, dahin gebracht ward, ihn anzunehmen. Eben daraus, daß diese angenommene Höhe mit einer unstreitig falschen Theorie verbunden, Bestimmungen gab, die man für wahr hielte, muste man schliessen, daß die

ange-

Digitized by Google

angenommene Höhe nicht die wahre sey. Die wahre Höhe mit einer falschen Theorie verbunden, hätte nothwendig falsche Resultate geben müssen. Die Höhe von 2000 Toisen passete der angenommenen Theorie an, aber sie schickte sich so wenig für die Höhe des strahlenbrechenden Dunstkreises, als die besagte Theorie für die Strahlenbrechung.

§. 120.

Bouguer, einer von den französischen Academisten, die nach America geschickt waren, Beobachtungen zur Bestimmung der Figur der Erde zu machen, stieg auf den Berg Chimborazo 2388 Toisen über der Oberfläche des Meeres in einer Höhe, wo man schon schwer Luft schöpfet, und widerlegte diese Meynung durch würkliche Beobachtungen. Er fand die horizontale Strahlenbrechung an der Meeresfläche 27′; in verschiedenen Höhen über derselben und zwar

1479 Toisen, die horizontale	Strahlenbrech.	22′ 50″
2044 = = = =		20. 48.
2388 = = = =		19. 45.

Diese Strahlenbrechungen verhalten sich gegen einander beynahe wie die Quadratwurzeln der Zahl 5158 und dem Unterscheid zwischen 5158 und den zu den Strahlenbrechungen gehörigrn Höhen. So weit wenigstens, als wir in der Atmosphäre in die Höhe steigen können, kan man nach diesem Gesetze die Strahlenbrechung berechnen. Hieraus würde folgen, daß die Strahlenbrechung in einer Höhe von 5158 Toisen aufhöre, und Delalande scheinet dies für

Digitized by Google

für die Höhe des strahlenbrechenden Dunstkreises anzunehmen. Dieser Schluß würde richtig seyn, wenn das eben angeführte Gesetz allgemein erwiesen wäre. Man hat aber Erfahrungen, daß unsere Dunstkugel in achtmahl größern Höhen noch grosse Lasten zu tragen geschickt ist. Vielleicht wird sie auch da noch Strahlen zu brechen vermögend seyn.

§. 121.

Nachdem endlich die von Caßini berechnete Strahlenbrechungstabelle mit noch genauern Beobachtungen, als er sie hatte anstellen können, nicht weiter genug übereinstimmete, suchte man Berechnungen aus andern Betrachtungen zu machen, die von der Natur nicht so weit abgiengen, als des Caßini Theorie. Man betrachtete den Weg des Lichtstrahls durch den Dunstkteis, so wie er würklich ist, als eine krumme Linie, suchte ihre Eigenschaften zu bestimmen, und daraus richtigere Verhältnisse der Strahlenbrechung für verschiedene Höhen zu finden. Es würde meiner Absicht nicht gemäß seyn, hier die darüber angestellten weitläuftigen Untersuchungen anzuführen. Sie gründen sich alle auf eine angenommene Function, nach welcher die strahlenbrechende Kraft des Dunstkreises mit der Entfernung von der Oberfläche der Erde abnimt. Je nachdem dieselbe anders und anders genommen wird, erhält man für den Weg des Lichtstrahls durch den Dunstkreis eine andere und andere krumme Linie. Simpson setzt diese Reihe gleichförmig, und findet aus ihrer Betrachtung für die Berechnung der astronomischen Strahlenbrechung in verschiedenen Höhen folgende sehr bequeme Gleichung, worin Z den Abstand vom

Schei-

Digitized by Google

Scheitelpunct, h die horizontale Strahlenbrechung und r diejenige, welche für Z gehöret, bedeuten

$$r = \tfrac{2}{11} AS.(S.(90° - \tfrac{11}{2} h) \times SZ)$$

Gewöhnlich kennet man diese Größe von r beynahe, und dann kan man aus dieser Gleichung folgende noch bequemere herleiten

$$r = t(Z - \tfrac{11}{4} r) \frac{h}{t.(90° - \tfrac{11}{4} r)},$$

oder wenn man 3 statt $\tfrac{11}{4}$ mit Bradley setzet

$$r = t\,(Z - 3r) \frac{h}{t(90° - 3r)}.$$

§. 122.

Nach dieser Gleichung verhalten sich also die Strahlenbrechungen in verschiedenen Höhen, wie die Tangenten der Abstände vom Scheitelpunct um die dreyfache dazu gehörige Strahlenbrechungen vermindert, und umgekehrt, wie die Tangenten von 90° ebenfalls um die zu den Abständen vom Scheitelpunct gehörige dreyfache Strahlenbrechungen verringert. Man kan ohne Gefahr annehmen, daß der Werth $t.(90° - r)$ beständig sey, was auch Z bedeuten möge, und dann hat man die Bradleysche Regul, nach welcher die Strahlenbrechungen in verschiedenen Höhen sich verhalten, wie die Tangenten der Abstände vom Scheitelpunct um die dreyfache dazu gehörige Strahlenbrechung vermindert. Nach dieser Regul sind vom Delalande Tabellen gerechnet, sowohl für die Bradleyschen als Cailleschen Beobachtungen. So lange r nicht über 3′ steigt, kan man ohne sonderlichen Irrthum sagen, daß die Strah-

Digitized by Google

Strahlenbrechungen ſich wie die Tangenten der Abſtände vom Scheitelpunct verhalten. Hiernach berechnete Delacaille die Strahlenbrechung von 48°, wo ſie noch keine Minute beträgt, bis an den Scheitelpunct.

§. 123.

So nützlich die Unternehmung war, an Verbeſſerung der Theorie der aſtronomiſchen Strahlenbrechung zu arbeiten, ſo nothwendig war es zugleich durch die genaueſten Beobachtungen wenigſtens für einige Höhen die Strahlenbrechungen zu beſtimmen und auszumachen. Die Methode, ſolches auszuführen iſt ſehr einfach. Nachdem gezeiget worden, wie man aus der bekanten Polhöhe des Ortes, der Abweichung und graden Aufſteigung eines Weltcörpers die Höhe deſſelben für eine jede gegebene Zeit berechnen kan §. 74. darf man nur die Höhe eines Weltcörpers, deſſen grade Aufſteigung und Abweichung bekant iſt, zu einer gewiſſen Zeit beobachten, und zugleich für dieſelbe berechnen. Der Unterſcheid zwiſchen der Beobachtung und Rechnung giebt die für ſolche ſcheinbare Höhe gehörige Strahlenbrechung.

§. 124.

Man muß indeſſen geſtehen, daß dieſe Methode bey etwas großen Höhen nicht bequem angewendet werden kan. Da hier das geſuchte ſehr klein wird, ſo hat ein geringer Irrthum in der Beobachtung ein gar zu großes Verhältniß gegen das Ganze. Auch da wo die Höhe eines Weltcörpers ſehr klein iſt, läſſet ſich dieſe Methode wegen gar zu großer Unbeſtändigkeit der Strahlenbrechung nicht wohl anwenden. Delacaille fand gleichwohl einen Weg dieſen

Digitized by Google

Schwürigkeiten auszuweichen, und ich würde diese Betrachtung unvollkommen lassen, wenn ich selbiger nicht kürzlich erwähnen wollte.

§. 125.

Es sey (Fig. 22) S ein Ort auf der Erde, HR dessen Horizont und Z sein Scheitelpunct; AQ sey der Aequator, und P*p* dessen Pole; C sey ein anderer Ort auf der Erde an der andern Seite des Aequators, *hr* dessen Horizont, und z sein Scheitelpunct. Wenn man in S die Polhöhe des Orts ohne Rücksicht auf die Strahlenbrechung bestimt, so erhält man den Abstand des Scheitelpuncts vom Aequator mit der zu solcher Höhe gehörigen Strahlenbrechung, das ist, wenn die Strahlenbrechung *r* genant wird, $ZA + r$.

Wenn eben dies an dem Orte C geschiehet, und man nennet die für dessen Polhöhe gehörige Strahlenbrechung *v*, so hat man $zA + v$. Und daraus erhält man den Abstand beyder Scheitelpuncte Z und z mit den für beyde Polhöhen gehörigen Strahlenbrechungen $Zz + r + v$.

§. 126.

Man beobachte ferner einen Weltcörper L, der zwischen den Scheitelpuncten beyder Oerter durch den Mittagskreis gehet, so findet man seinen Abstand vom Scheitelpunct ZL weniger der dazu gehörigen Strahlenbrechung, die ich *m* nenne, weil die Strahlenbrechung den Abstand vom Scheitelpunct verringert, man hat also $ZL - m$. Und auf eben die Art findet man durch die Beobachtung in C, wenn man die zu zL gehörige Strahlenbrechung *n* nennet,

Digitized by Google

nennet, ZL $-n$. Mithin wird auch hieraus Zz $-m$ $-n$ erhalten. Wenn dies letztere von dem ersten abgezogen wird, so bleibt $r+v+m+n$, die Summe von vier Strahlenbrechungen, übrig, eine Größe, die allerdings merklicher seyn muß, als wenn eine einfache Strahlenbrechung gesucht würde.

§. 127.

Nach dieser Methode fand Delacaille den Abstand der Scheitelpuncte von Paris und dem Cap nach der erstern Methode 82° 49′ 16″,6, und aus Vergleichung der Fixsterne, die von beyden Scheitelpuncten etwa gleichen Abstand hatten, 82° 44′ 46″. Der Unterscheid von 4′ 30″,6 war die Summe von vier Strahlenbrechungen, eine für die Polhöhe von Paris, 48° 52′ 27″,5; eine für die Polhöhe vom Cap 33° 56′ 49″ und zwo für die Höhe von 41° 22′. Wenn nun nach Verhältniß des Abstandes vom Zenith die gefundene Summe der Strahlenbrechungen in vier Theile abgetheilet und die Verhältnisse der Strahlenbrechung zu Paris und zum Cap zugleich in Betrachtung gezogen wird, so erhält man für die Pariser Polhöhe die Strahlenbrechung 58″,2; und für den Abstand vom Scheitelpunct 41° 22′ ist die Strahlenbrechung zu Paris 58″,7. Für eben diesen Abstand ist die Strahlenbrechuug auf dem Cap 57″,2, und für dessen Polhöhe ist sie 1′ 36″,5.

§. 128.

Aus dieser Bestimmung der Strahlenbrechung für die Pariser Polhöhe schloß Delacaille die übrigen für größere Höhen alle. Für niedrige Höhen suchte er sie aus Beobachtungen von 160 Fixsternen,

Digitized by Google

die zu Paris und auf den Cap angestellet waren. Hiernach entwarf er eine Tabelle für die Strahlenbrechung, welche mit den Beobachtungen genau übereinstimmete.

§. 129.

Man hat längst angemerket, daß die Strahlenbrechung an verschiedenen Orten für einerley Höhe von verschiedener Größe sey, und daß sie selbst an einerley Oerter zu verschiedenen Zeiten nicht gleich groß sey. Man glaubte ehedem, daß der Unterscheid der Oerter auf der Erde hierin mehr ausmachte, als man nachher würklich gefunden hat. Delacaille fand das Verhältniß der Strahlenbrechung zum Cap und Paris, wie 40 zu 41; und die nach Lappland geschickten Meßkünstler fanden nicht, daß die Strahlenbrechung daselbst von der zu Paris unterschieden sey. Man wird daher ohne sonderlichen Irrthum einerley Strahlenbrechungstabelle für viele Grade gebrauchen können.

§. 130.

Die zwote Veränderung der Strahlenbrechung an einerley Orte zu verschiedenen Zeiten ist etwas beträchtlicher. Ohne auf die Veränderungen, die bey der horizontalen Strahlenbrechung bis zu einer Höhe von fünf bis sechs Grad vorgehen, zu sehen, indem sie von sehr zufälligen Ursachen, die nahe an dem Erdboden die Beschaffenheit des Dunstkreises ändern, abhängen, und daher nicht wohl in Rechnung gezogen werden können; ohne hierauf zu sehen, hat man in größern Höhen beträchtliche Veränderungen bemerket. Man darf sich darüber desto weniger wun-

Digitized by Google

wundern, da schon angemerkt worden, daß die Dichtigkeit der Mittel einen grossen Einfluß auf die Strahlenbrechung habe. Wenn also diese Dichtigkeit verändert wird, muß auch nothwendig die Strahlenbrechung verändert werden.

§. 131.

Da eine solche Veränderung in der Dichtigkeit der Luft auf zweyerley Art gewürket werden kan, durch die Wärme, wodurch sie ausgedehnt wird, und durch die würkliche Veränderung ihre Schwere, so muß man bey der Strahlenbrechung beyde Stücke in Betrachtung ziehen. Dies hat die Astronomen bewogen bey ihren Beobachtungen zugleich auf den Thermometer und Barometer zu sehen, um dadurch das Gesetz der Veränderung der Strahlenbrechung herauszubringen. Wenn man für die mittlere Höhe des Barometers 28 Pariser Zoll, und für die mittlere Temperatur der Luft 10 Grade über den Gefrierungspunct nach dem Reaumurischen Thermoter annimt, nach welcher die Tabelle für die Strahlenbrechung eingerichtet ist, von welcher ich §. 128. gesprochen habe, so muß man für einen Zoll den der Barometer steigt oder fällt die Strahlenbrechung um den 28sten Theil ihrer Größe vermehren oder vermindern. Eben so muß man, nachdem der Thermometer 10 Grade fällt oder steigt, die Strahlenbrechung um den 27sten Theil ihrer Größe vermehren oder vermindern. Hiebey ist aber blos auf den Reaumürschen Thermometer gesehen.

§. 132.

Mayer hatte in Göttingen mit einem fürtreflichen Muralquadranten von 6 Fuß bey seinen Beob-

Digitized by Google

achtungen lange Zeit sein Augenmerk auf die Strahlenbrechung gerichtet. Nach seinen Beobachtungen veränderte sich die Strahlenbrechung um den 22sten Theil ihrer Größe für 10 Grad Veränderung des Reaumürischen Thermometers und für 15 Linien Veränderung des Barometers. Er hielte sonst dafür, daß die Strahlenbrechung an allen Orten auf dem Erdboden von einerley Größe sey, und daß ihre Abänderung allein von dem verschiedenen Stande des Barometers und Thermometers abhänge. Delacaille schien nicht abgeneigt zu seyn ihm beyzupflichten, er untersuchte darnach eine Menge seiner Beobachtungen, und fand daß sie sehr wohl übereinstimmeten, wenn er die Strahlenbrechung nach der Mayerschen Bestimmung, aber für 10 Grade des Thermometers um den 27sten Theil ihrer Größe abänderte. Auch nach diesem Gesetze hat Delalande eine Strahlenbrechungstabelle berechnet, die man in seiner expolition du calcul astronomique findet.

§. 133.

Ich habe gesagt, daß die Strahlenbrechung in einer geringen Höhe bis zu 6° so unordentlichen Veränderungen unterworfen sey, daß sich darüber gar keine Rechnung anstellen lässet. Die Ursache davon ist sehr begreiflich. Wenn ein Strahl in so geringer Höhe in das Auge eines Beobachters fällt, so muß er schon vorher in einer langen Strecke nahe an dem Erdboden fortgegangen seyn, und nahe an der Erde wird die Beschaffenheit des Dunstkreises, von welcher die Richtung des Lichtstrahls abhänget, durch tausend zufällige Ursachen abgeändert, deren Ordnung unmöglich vorherzusehen ist. Die daher rühr-

rende

rende Veränderung in der Richtung des Lichtstrahls entstehet aus der Verbindung der irrdischen Strahlenbrechung mit der astronomischen, und eben weil die erstere ungewiß ist, muß es in diesen Höhen auch die letztere werden.

§. 134.

Bey der astronomischen Strahlenbrechung setzet man voraus, daß der Lichtstrahl beständig aus einem dünnern Mittel in ein dichteres gerathe; bey der irrdischen lässet sich solches nicht allein nicht annehmen, sondern man kan gar wohl einsehen, daß das Gegentheil stat finden könne. Nach den verschiedenen Umständen auf der Oberfläche der Erde kan der Dunstkreis nahe an der Erde nicht wohl von einerley Beschaffenheit seyn, und die Beschaffenheit des einen Theils kan dem andern nicht augenblicklich mitgetheilet werden. Daher muß ein in geringer Entfernung von der Oberfläche der Erde fortgehender Strahl verschiedentlich aus dichtere Mittel in dünnere, und umgekehrt gerathen. Man wird deswegen oft beobachten können, daß entfernte Gegenstände, Berge, Küsten, sich über den Horizont erheben und unter denselben hinabsinken, ohne daß der Stand des Barometers und Thermometers an dem Ort der Beobachtung verändert worden. Die Veränderung eines Theiles des Dunstkreises zwischen diesen Gegenständen und dem Ort der Beobachtung ist davon die einzige Ursache. Dies verdienet bey der Verbindung der astronomischen und irrdischen Strahlenbrechung in Betrachtung gezogen zu werden.

Digitized by Google

§. 135.

An derjenigen Erſcheinung, welche man in der Gegend, wo die Sonne auf- oder untergehet kurz vor ihrem Aufgang und bald nach ihrem Untergang gewahr wird, und welche die Dämmerung genant, wird, hat die Strahlenbrechung einen ſehr geringen Antheil. Sie findet ihre Urſache mehr in der Strahlenbeugung und am meiſten in dem Zurückwerfen der Strahlen von den Cörperchen die in dem Dunſtkreiſe ſchwimmen. Die Beobachtung lehret, daß die Morgendämmerung anfange, und die Abenddämmerung aufhöre, wenn die Sonne 18° unter dem Horizont iſt. Dann ſiehet ein gutes Auge erſt in der Gegend der Dämmerung die kleinſten Sterne oder verliehret ſie, die es ſonſt zu ſehen geſchickt iſt. Die gröſten Sterne ſiehet man daſelbſt ſchon, wenn die Sonne 10 bis 11 Grade unter dem Horizont iſt.

§. 136.

Die Dämmerung währet länger oder kürzere Zeit, nachdem die Sonne mehr oder weniger Zeit gebraucht ihre Höhe um 18 Grade zu verändern. Dies wird erſt in der Folge näher ausgemacht werden können, wenn die Sonne und ihre Bewegung näher betrachtet worden. Indeſſen kan auch ein Theil dieſes Unterſcheides von den Umſtänden des Dunſtkreiſes an demjenigen Orte abhängen, von welchen die Lichtſtrahlen zurückgeworfen werden.

§. 137.

Ich habe ſchon §. 32. gezeiget, daß man den Mittelpunct der Erde für den Mittelpunct der gemeinſchaftlichen Bewegung und des Aequators annehmen

Digitized by Google

nehmen müsse, und eben dies gilt auch von dem Horizont und allen übrigen grösten Circuln der Weltkugel. Man wird sich zwar in *g* (Fig. 23) auf der Oberfläche der Erde einbilden, daß alle durch *g* gehende Circul gröste Circul der Weltkugel sind, und daß also auch der Horizont *hr* ein solcher sey. Aber eben deswegen, weil man sich dies von dem Horizonte an allen Orten auf der Erde einbildet, nimt man für die Horizonte Circul an, die nicht durch ein gemeinschaftliches Punct gehen, sondern um und um den Mittelpunct der Erde einschliessen, und das heist ungefähr so viel, als den Mittelpunct der Weltkugel in den Mittelpunct der Erde legen. Wir haben den Circul *hr*, der die Erde in *g* berühret, den Horizont genant; eben so nennet man auch den ihm parallelen grösten Circul der Weltkugel HV, welcher durch den Mittelpunct der Erde gehet. Zum Unterscheid heisset der erstere *hr* der scheinbare, der andere HV der wahre Horizont.

§. 138.

Da wir uns also nicht in dem Mittelpunct der Weltkugel befinden, so wird uns auch die gemeinschaftliche Bewegung nicht gleichförmig scheinen, so oft wir ausser der Weltaxe sind. Und eben so wenig können die Messungen der Circulbogen mit den im vorigen Capitel beschriebenen Werkzeugen für vollkommen richtig gehalten werden. Wir müssen hier zu bestimmen suchen, wie weit diese Irrthümer gehen, und wie man sie heben könne.

§. 139.

Man stelle sich also noch einmahl die Erde vor; *g* sey ein Ort auf ihrer Oberfläche, und C der Mittel-

Digitized by Google

punct der Erde. Aus demſelben beſchreibe man einen größern Circul, welcher, da er durch den Scheitelpunct dieſes Ortes gehet, ein Scheitelkreis deſſelben iſt, auf welchen ſich die bey *g* gemeſſenen Höhen eines Weltcörpers beziehen. Nach der Größe bey *g* gemeſſenen Winkel *sgZ*, *qgZ*, *rgZ*, werden wir die Größe der Bogen *Zs*, *Zq*, *Zr* beurtheilen, und die Größe dieſer Bogen verhalten ſich doch nicht wie die genanten Winkel, ſondern wie die Winkel *ZCs*, *ZCq*, *ZCr*. Es iſt aber *Zgs* um den Winkel *gsC* größer als *ZCs*, und eben ſo ſind *Zgq*, *Zgr* um die Winkel *gqC*, *grC*, größer als *ZCq*, *ZCr*, und überhaupt wird alſo der Abſtand eines Weltcörpers vom Scheitelpunct durch eine ſolche Meſſung auf der Oberfläche allezeit zu groß angegeben, und zwar um den Winkel, welcher von den Linien, die von einem ſolchen Weltcörper nach der Oberfläche und dem Mittelpunct der Erde gezogen werden, eingeſchloſſen wird. Dieſer Winkel beſtimmet den Unterſcheid, welcher in dem Abſtande eines Weltcörpers vom Scheitelpnnct aus *g* und C gemeſſen, ſtat findet. Man nennet ihn die **Parallaxe**, und wir müſſen ſehen, wovon ihre Größe abhänget.

§. 140.

Wenn man zuerſt ſetzet, daß die drey Weltcörper *s*, *q*, *r*, gleichen Abſtand von dem Mittelpunct der Erde haben, und alſo die Linien *Cs*, *Cq*, *Cr* gleich groß ſind, ſo hat man in allen dieſen Dreyecken *Cgs*, *Cgq*, *Cgr*, worin die Parallaxen liegen, und welche daher **parallactiſche Dreyecke** genant werden, zwo Seiten von einerley Größe, und dieſe ſtehen mit den Sinuſſen der Parallaxen und der Abſtände vom Scheitelpunct in Verhältniß. Es iſt nämlich

Cs:

Digitized by Google

$Cs : Cg = \sin . Zgs : \sin gsC$
$Cq : Cg = \sin . Zgq : \sin gqC$
$Cr : Cg = \sin . Zgr : \sin grC$

und so in allen übrigen Fällen. Die Sinus der Parallaxen, oder wenn diese sehr klein sind, wie solches in der Astronomie meistentheils stat findet, die Parallaxen selbst verhalten sich also wie die Sinus ihrer Abstände vom Scheitelpunct. Je weiter sich also ein über dem Horizont liegender Weltcörper vom Scheitelpunct entfernet, desto gröſser wird seine Parallaxe, und die, welche er am Horizont hat, ist daher die gröſte. Sie heisset die **Horizontalparallaxe.**

§. 141.

In dem Scheitelpunct fallen die Linien gZ und CZ zusammen, und da verschwindet sie also gänzlich, so wie die Strahlenbrechung. Da findet man also die wahre Lage eines Weltcörpers unmittelbar aus der Beobachtung, ohne daſs man nöthig hat, selbige vorher von diesen Unrichtigkeiten zu befreyen. Und dies, besonders in Ansehung der Strahlenbrechung, war die Ursache, warum ich §. 56. 91. zu Erforschung der Breite der Oerter den Beobachtungen im Scheitelpunct den Vorzug zuerkante. Wenn man einmahl die Horizontalparallaxe eines Weltcörpers kennet, so kan man sie für jede Höhe aus den beygebrachten Verhältnissen finden.

§. 142.

Wenn ein Punct P näher an der Erde lieget, als R; so ist seine Horizontalparallaxe gPC gröſser, als die Parallaxe von R. Das Gegentheil muſs erfolgen,

gen, wenn T weiter als R von der Erde entfernet ist. Man schliesset hier aber allenthalben

$$CP : Cg = r : \sin . gPC$$
$$CR : Cg = r : \sin . gRC$$

und daraus folgt das Verhältniß

$$\sin . gPC : \sin gRC = CR : CP$$

das heisset die Sinus der Horizontalparallaxen, und wenn sie sehr klein sind, die Parallaxen selbst, verhalten sich umgekehrt, wie die Entfernungen der Weltcörper von der Erde. Man kan diese Verhältnisse mit den vorigen zusammen setzen, und überhaupt sagen, daß die Parallaxen zweener Weltcörper in zusammengesetzter Verhältniß sind, aus den Sinus ihrer Abstände vom Scheitelpunct und dem Verhältniß ihrer Entfernungen von der Erde umgekehrt.

§. 143.

Aus der bisherigen Vorstellung dieser Lehre muß man erkennen, daß die Würkung der Parallaxe sich nur in dem Scheitelkreise äussere, seine Höhe in demselben ändere und gegen alles, was von der Veränderung der Höhe abhänget, die Lage desselben verrücke. Die Parallaxe liegt beständig in einem Dreyecke, dessen eine Linie die Scheitellinie ist. Sie liegt daher selbst, so wie das parallactische Dreyeck in der Fläche, welches auf dem Horizont senkrecht stehet. Das Azimuth eines Weltcörpers wird dadurch im geringsten nicht verändert. Indessen wird diese Veränderung in der Höhe allerdings, so wie die Strahlenbrechung, einen grossen Einfluß in die Abweichung, grade Aufsteigung, Länge und Breite eines Weltcörpers haben; und man kan alles dasjenige, was §. 111. von der Würkung der Strahlenbrechung

auf

auf die Lage der Weltcörper gegen den Aequator und die Eccliptik gesaget worden, auch auf die Parallaxe anwenden. Man nennet die Würkung der Parallaxe auf diese verschiedene Bestimmungen auch die Parallaxe der graden Aufsteigung, der Abweichung, der Länge und Breite. Da die Parallaxe einen Weltcörper nie aus der Fläche des Scheitelkreises rücket, so ist leicht abzusehen, daß ein Weltcörper im Mittagskreise keine Parallaxe der graden Aufsteigung, im Neunzigsten keine Parallaxe der Länge habe, so wie auch eben dies von der Strahlenbrechung gilt.

§. 144.

Ich habe §. 112. die Methode gezeiget, wie in dem Dreyeck PES, (Fig. 20) die Veränderungen berechnet werden können, die in der Seite PS, und dem Winkel bey P dadurch entstehen, wenn die Seite ES in Es übergehet. Es wird nicht ganz undienlich seyn, hier diese Methode bis auf die Formuln auszuführen, die in der Rechnung selbst am bequemsten angewandt werden können.

Man nehme also an, der Weltcörper sey in S, und werde durch die Parallaxe bis in s herunter gebracht. Wenn man die Höhe des Weltcörpers in S, seine Abweichung und grade Aufsteigung nebst der Polhöhe des Ortes kennet, so kan man den Sinus des Winkels bey S und seinen Cosinus nach trigonometrischen Formuln auf folgende Art ausdrücken.

$$\sin ESP = \frac{\sin EPS \times \sin EP}{\sin ES}$$

$$\cos ESP = \frac{\cos EP - \cos ES \times \cos SP}{\sin SE \times \sin SP}$$

Wenn

Wenn man nun das kleine bey D rechtwinklichte Dreyeck als gradlinigt ansiehet, so ist

$$Ss : sD = r : \cos SsD \text{ oder } ESP$$
$$Ss : SD = r : \sin SsD \text{ oder } ESP.$$

§. 145.

Wenn man in diese Verhältnisse die eben für $\cos ESP$ und $\sin ESP$ gefundenen Formuln einführet, so erhält man

$$sD = \frac{Ss \times \cos EP - Ss \times \cos ES \times \cos SP}{\sin ES \times \sin SP}$$

$$SD = \frac{Ss \times \sin EPS \times \sin EP}{\sin ES}$$

Aus diesem Bogen SD findet man BC, oder das Maaß des Winkels BPC durch dies Verhältniß

$$\sin SP : r = SD : BC.$$

Und daraus findet man

$$BPC = \frac{Ss \times \sin EPS \times EP}{\sin ES \times \sin SP}.$$

Diese Formul giebt die Parallaxe der graden Aufsteigung, so wie der Werth von sD die Parallaxe der Abweichung.

§. 146.

Wenn man die Horizontalparallaxe h nennet, so ist

$$h : Ss = r : \sin ES$$
$$\text{und } Ss = h \times \sin ES.$$

Wenn man diesen Werth stat Ss in den Formuln seßet, so hat man

sD=

Digitized by Google

$$sD = \frac{h \times cos\,EP - h \times cos\,SE \times cos\,SP}{sin\,SP}$$

$$BPC = \frac{h \times sin\,EPS \times sin\,EP}{sin\,SP}$$

Wenn EP die Höhe der Eccliptik über den Horizont vorstellet, AQ, die Eccliptik und PEH den Neunzigsten, und SP die Breite des Weltcörpers, so können eben die Formuln dienen die Parallaxen der Länge und Breite auszudrücken. Und in der letztern Formul für BPC siehet man, daß die Parallaxe der graden Aufsteigung und Länge eines Weltcörpers von seiner Höhe unabhängig ausgedrückt worden. Eben dies erhält man auch für die Parallaxe der Abweichung und Breite, wenn man nach der trigonometrischen Gleichung

$$cos\,SE = sin\,EP \times sin\,SP \times cos\,EPS + cos\,EP \times cos\,SP$$

diesen Werth stat cosSE in der letzten Formul für SD setzet. Dann wird

$$sD = h\,cos\,EP \times sin\,SP - h\,sin\,EP \times cos\,SP \times cos\,EPS.$$

§. 147.

Wenn Ss die Strahlenbrechung für den Abstand vom Scheitelpunct ES, und *h* die horizontale Strahlenbrechung bedeutet, so hat man in eben diesen Formuln auch die Würkungen der Strahlenbrechung auf die grade Aufsteigung, die Abweichung, die Länge und Breite eines Weltcörpers.

§. 148.

Aus dem §. 142. erkennet man, wie genau die Parallaxe eines Weltcörpers mit seiner Entfernung von

von der Erde zusammen hänget, und eben deswegen war die Erfindung der Sonnenparallaxe für die Astronomen von großer Wichtigkeit, ob sie gleich an sich selbst sehr klein ist, und etwa 10 Sec. betragen mag. Aber so bald ein solcher Winkel bekant ist, hat man in dem parallactischen Dreyecke *sgC*, *qgC*, *rgC*, drey Stücke bekant; den halben Durchmesser der Erde *Cg*, die Winkel *sgC* und *gsC*. Man findet daraus also *Cs*. Man hat überhaupt in jedem parallactischen Dreyecke den scheinbaren und wahren Abstand vom Scheitelpunct, die Parallaxe, die Entfernung eines Weltcörpers von dem Mittelpunct und der Oberfläche der Erde und den Halbmesser der Erde. Wenn drey von diesen Dingen gegeben sind, findet man also auch die übrigen. Man gebraucht hiezu insgemein das parallactische Dreyeck, darin die Horizontalparallaxe liegt, weil sie die gröste ist, und der Irrthum, den man bey Bestimmung derselben begehen wird, verhältnißweise der kleinste seyn muß.

§. 149.

Da die Größe der Parallaxe von der Entfernung eines Weltcörpers von der Erde oder von dem Verhältniß dieser Entfernung gegen den Halbmesser der Erde abhänget, so muß die Parallaxe unmerklich werden, wenn dies Verhältniß sehr groß wird. Man kan sich die Horizontalparallaxe eines jeden Weltcörpers als die scheinbare Größe vorstellen, in welcher der Halbmesser der Erde auf einen solchen Weltcörper gesehen wird. So bald nun die Entfernung eines Weltcörpers von der Erde so groß wird, daß die Erde daselbst wie ein Punct erscheinen würde, ist

von

Digitized by Google

von der Erde auch die Parallaxe eines solchen Weltcörpers unmerklich. Für so weit entfernte Weltcörper fällt die Ursache weg, den scheinbaren und wahren Horizont, und überhaupt den Mittelpunct der Erde von einem Punct auf ihrer Oberfläche zu unterscheiden; der in *g* gemessene Abstand eines Weltcörpers vom Scheitelpunct *Zgs* ist einerley mit dem, welcher in C gemessen wird, weil die Linien *Cs* und *gs* parallel gehen, nachdem der Winkel bey *s* verschwunden ist. Ein Weltcörper der nur 50006 Halbmesser der Erde von ihr entfernet wäre, würde eine Horizontalparallaxe von 4 Sec. haben. Wenn man weiß, daß die ganze Circulperipherie über eine Million Secunden enthält, und daß ein gutes Auge $\frac{1}{500}$ Zoll kaum sehe, so siehet man wohl, daß diese Größe auch auf dem Rande unsrer grösten Quadranten nicht merklich sey, ob sie gleich durch andere dabey angebrachte Werkzeuge merklich gemacht werden kan. In solcher Entfernung würde man die Erde höchstens wie einen Punct durch lange Sehröhre erblicken, und ein Weltcörper seine Parallaxe gänzlich zu verliehren anfangen.

§. 150.

Um diese genaue Verbindung zwischen den Parallaxen und scheinbaren Größen der Weltcörper vollständiger zu übersehen, so stelle man sich vor in *t* (Fig. 24) sey die Erde, und in S ein anderer Weltcörper, *g* und G seyn auf der Oberfläche der Erde und des Weltcörpers S; man ziehe die Mittelpuncte mit der graden Linie *St* zusammen, imgleichen *gS* und *Gt*; so ist *gSt* die Parallaxe des Weltcörpers S, und zugleich die scheinbare Größe der Erde von dem

Digitized by Google

Weltcörper S aus gesehen; GtS ist die scheinbare Größe des Weltcörpers S und zugleich die Parallaxe der Erde in dem Weltcörper S. Die Erfindung der Parallaxen der Weltcörper dienet also zunächst dazu, auszumachen, unter was für eine Größe die Erde auf einem andern Weltcörper erscheinet, und die scheinbare Größe der Weltcörper führet zur Erkäntniß der Parallaxe der Erde, welche auf denselben beobachtet wird, und danächst schliesset man aus der Veränderung, welche in der Parallaxe oder in der scheinbaren Größe eines Weltcörpers beobachtet wird, auf die Veränderung, welche in seiner Entfernung vorgegangen. Denn sowohl die Sinus der Parallaxen als der scheinbaren Größen, und wenn sie klein genug sind, sowohl die Parallaxen als die scheinbaren Größen selbst verhalten sich umgekehrt, wie die Entfernungen eines solchen Weltcörpers.

§. 151.

Die Verbindung, in welcher, wie wir bisher gesehen haben, die Parallaxe eines Weltcörpers mit der scheinbaren Größe des Halbmessers der Erde, von einem solchen Weltcörper gesehen, stehet, giebt uns danächst eine sichere Methode an die Hand, die Größe der Weltcörper gegen die Erde zu vergleichen. Die beobachtete Parallaxe des Weltcörpers giebt die scheinbare Größe des Halbmessers der Erde und die scheinbare Größe des Weltcörpers kan durch die angegebene Methoden gemessen werden. Da hier die scheinbare Größe der Erde sowohl als des Weltcörpers für einerley Entfernung gefunden wird, so erhält man dadurch unmittelbar das Verhältniß ihrer scheinbaren Größen, und eben dadurch auch das Verhältniß

Digitized by Google

hältniß ihrer wahren Größen, denn diese verhalten sich wie die Sinus oder Tangenten der scheinbaren.

§. 152.

Die Erkäntniß der Parallaxe der Weltcörper giebet uns endlich auch den Maaßstab, die Größe des Weltgebäudes zu überschlagen. Sie führet uns zunächst zu einer Vergleichung der Entfernung der Weltcörper gegen den Halbmesser der Erde, und man darf nur die absolute Größe des letzern wissen, um auch die erstere zu kennen. Auf diese Art gebrauchen die Astronomen den Halbmesser der Erde, die Entfernung der Sonne von der Erde zu messen, und diese gefundene Größe wird das Maaß für das grosse Gebiete des Weltraums, in welchem sie Licht und Bewegung austheilet, und der Nachwelt ist es vorbehalten von Sonne zu Sonne zu messen.

§. 153.

Ohne Erkäntniß der Parallaxe würde es uns, die an der Erde geheftet sind, unmöglich seyn zur Erkäntniß der Entfernung der Weltcörper und ihrer Größe zu gelangen, und ohne sie würden wir die Größe der Schöpfung und den weiten Umfang des Weltgebäudes nicht muthmassen dürfen. Da also die Erkäntniß der Parallaxe von solcher Wichtigkeit ist, so wird es der Mühe werth seyn, die Methode zu erklären, durch welche sie gefunden werden kan. Es ist hier noch der Ort nicht, alle Wege zu eröfnen, welchen man bey dieser wichtigen Untersuchung gefolget ist, ich werde sie da zeigen, wo es in seiner Verbindung geschehen kan. Hier werde ich nur zwo allgemeine Methoden anführen, die aus dem bisherigen Vortrage verstanden werden können.

Digitized by Google

§. 154.

Man stelle sich (Fig. 25) die Erde als eine Kugel vor, wovon ABE ein gröster Circul ist, der durch die Oerter A und B gehet, deren Abstand auf der Oberfläche der Erde bekant ist. In P sey ein Weltcörper, und man soll den Winkel APC oder BPC finden. Wenn der Weltcörper in der Fläche dieses gröſten Circuls lieget, so dürfte man aus Beobachtungen in A und B nur die Winkel CAP und CBP suchen. Da man den Winkel ACB weiß, so findet man auch APB. Er ist die Summe von APC und BPC, wenn P zwischen den Scheitelpuncten V und Z lieget und der Unterscheid von BPC und *a*PC, wenn P nicht zwischen den Scheitelpuncten V und Z liegt.

§. 155.

Wenn also ABE ein Mittagskreis ist, und A und B zween unter demselben gelegene Oerter, so wird der Weltcörper durch die gemeinschaftliche Bewegung in die Fläche desselben gebracht. Man messe alsdenn in A und B den Abstand desselben vom Scheitelpunct, so hat man die Winkel VAP und ZBP, und findet, wie eben gezeiget worden, APB oder *a*PB. Nun verhalten sich die Sinus der Parallaxen, wie die Sinus der Abstände vom Scheitelpunct.

Daher ist

$$\sin VAP : \sin ZBP = \sin APC : \sin BPC$$

$$\sin VAP + \sin ZBP : \sin VAP - \sin ZBP = \sin APC + \sin BPC : \sin APC - \sin BPC.$$

Es ist aber

$$\sin APC + \sin BPC : \sin APC - \sin BPC = t.\ \frac{APC+BPC}{2} : t.\ \frac{APC-BPC}{2}.$$

Mit-

Digitized by Google

Mithin hat man auch

$$\sin APC + \sin BPC : \sin APC - \sin BPC = \text{t.}\frac{APC + BPC}{2} : \text{t.}\frac{APC - BPC}{2}.$$

Aus der halben Summe von APC und BPC, und ihrem halben Unterscheide findet man APC und BPC selbst. Und dies ist die erste Methode die Parallaxe zu finden, welche ich hier erklären wollte. Aus der Parallaxe APC oder BPC, die für die Abstände vom Scheitelpunct VAP oder ZBP gehöret, findet man die Horizontalparallaxe eines solchen Weltcörpers nach §. 140.

§. 156.

Wenn man (Fig. 23) den kleinern Circul die Linie auf der Erde, *g* einen Ort auf ihrer Oberfläche und den größern Circul den Aequator bedeuten lässet, so ist der Mittagskreis des Ortes in die grade Linie *CL* projicirt, und die Winkel *Zgs*, *Zgq*, *Zgr* stellen die scheinbaren Abstände der in solchen Puncten liegenden Weltcörper von dem Mittagskreise, und *ZCs*, *ZCq*, *ZCr* ihre wahren Abstände vor. Aus der Figur selbst ist es sichtlich, daß zwischen diesen scheinbaren Abständen der Weltcörper von dem Mittagskreise und den dazu gehörigen Parallaxen eben die Verhältnisse statt finden, welche zwischen ihren scheinbaren Abständen vom Scheitelpunct und den ihnen zukommenden Parallaxen §. 140. bemerkt worden. Die Sinus der Parallaxen verhalten sich auch hier, wie die Sinus der Abstände vom Mittagskreise. Sie sind also am grösten und der Horizontalparallaxe gleich, wenn der scheinbare Abstand vom Mittagskreise 90° ausmacht. Auf diese Betrachtung grün-

Digitized by Google

bet sich die zwote Methode die Parallaxe zu finden.

§. 157.

Es sey also nun (Fig. 25) ABE die Linie, und A und B, oder *a* und B zween Oerter in derselben, P sey ein Weltcörper in der Fläche des Aequators. Wenn der Abstand der Mittagskreise für A und B, oder *a* und B, und also der Winkel ACB oder *a*CB bekant ist, und man misset aus A oder *a*, imgleichen aus B, die Abstände des Weltcörpers von den Mittagskreisen solcher Oerter zu gleicher Zeit, so muß man eben auf die Art, wie §. 155. zur Erkäntniß der zu solchen Abständen gehörigen Parallaxen, und daraus zur Erkäntniß der Parallaxe für den Abstand von 90° von dem Mittagskreis, das ist, der Horizontalparallaxe gelangen. Wobey man eben so, wie dort in Betrachtung zu ziehen hat, ob der Weltcörper P zwischen den Mittagskreisen dieser Oerter oder ausserhalb denselben liege.

§. 158.

Bey dieser Methode hat man in der Messung des Abstandes eines Weltcörpers vom Mittagskreis besondere Vortheile, welche aus der gemeinschaftlichen Bewegung des Weltgebäudes fliessen. Aus den §. 71. u. f. ist es bekant, daß dieser Abstand bequem vermittelst einer Uhr gemessen werden kan. Wenn der Weltcörper keine Parallaxe hat, so muß die Zeit eines ganzen Umlaufes vom Mittagskreise an, bis wieder zu demselben sich zu jeden Theil dieser Zeit genau wie 360 Grade zu den Abstand vom Mittagskreis verhalten, den er in solcher Zeit erreicht hat. Hat er aber eine Parallaxe, so kan für die Beobachtung

Digitized by Google

tung von der Oberfläche der Erde auch dies Verhältniß nicht genau zutreffen. Es verhält sich die Zeit eines ganzen Umlaufs zu der Zeit, in welcher der Weltcörper durch den Bogen Zs (Fig. 23) gehet, wie 360° zu Zs oder wie 4 rechte Winkel zu ZCs. Wenn nun ZCs = Zgs ist, das ist, wenn der Weltcörper keine Parallaxe hat, so ist der Abweichungscircul sg eben so weit von dem Mittagskreise entfernet als sC. Hat er aber eine Parallaxe, so ist Zgs > ZCs und der Abweichungscircul sg stehet weiter von dem Mittagskreise ab als Cs. Es komt nur darauf an zu erfinden, wie groß der Unterscheid des Abstandes der Abweichungscircul sg und Cs vom Mittagskreise sey. Und hiezu kan man die Vergleichung eines Weltcörpers, der eine Parallaxe hat, mit einem andern dienen, welcher davon frey ist.

§. 159.

Nachdem man die Zeit beobachtet hat, in welcher ein Weltcörper P (Fig. 25) durch den Abweichungs-Circul AP oder Cπ gegangen, lasse man das Werkzeug, mit welcher die Beobachtung gemacht ist, unverrückt stehen, und beobachte die Zeit, da ein anderer Weltcörper, der keine Parallaxe hat, durch eben den Abweichungscircul AP oder Cπ, und nachher durch den Mittagskreis CA oder AV gehet. Diese Zwischenzeit in Grade des Aequators verwandelt, macht den Winkel VAP oder VCπ bekant, daß ist, den Abstand des Abweichungscirculs AP vom Mittagskreise. Wenn nun zur selbigen Zeit eben dies in B geschiehet, so gelanget man zur Erkäntniß des Winkels ZPB, und kan denn, nach dem vorhergehenden § verfahren.

Digitized by Google

§. 160.

Man kan bey dieser Methode des einen Beobachters gänzlich entbehren. Indem sich nämlich die Erde um ihre Axe drehet, komt der Beobachter selbst von A nach B, und kan daher an beyden Orten beobachten und die Winkel ZBP und VAP bestimmen, den Winkel BCA erhält man nun durch die Zeit, welche zwischen beyden Beobachtungen verflossen ist, wenn sie in Theile des Aequators nach der gegebenen Anweisung verwandelt wird. Ich merke nur noch an, daß man die Winkel VCP und ZCP besonders finden könne, wenn man noch den Durchgang des Weltcörpers durch den Mittagskreis beobachtet hat. Man erhält die Winkel VAP und ZBP aus der Beobachtung des Weltcörpers ohne Parallaxe in den Abweichungscirculn AP und BP, und in dem Mittagskreise und die Winkel VCP und ZCP aus der Zeit der Beobachtung des Weltcörpers mit der Parallaxe in dem Abweichungscircul und Mittagskreise. Es ist aber VAP — VCP = APC und ZBP — ZCP = BPC, und dies sind die gesuchten Parallaxen für die Winkel VAP und ZBP.

§. 161.

Ich habe die Vorstellung dieser Methode auf die Bewegung der Erde um ihre Axe gegründet, nicht, weil es nothwendig ist, bey dieser Methode diese Bewegung vorauszusetzen, sondern weil die für die erste Methode entworfene Figur mich zu einer Betrachtung führte, der die Bewegung der Erde mehr angemessen zu seyn schien. Die (Fig. 26 und 27) stellen eben diese Methode mit Voraussetzung der Bewegung der Weltkugel dar. (Fig. 26), wenn beyde

Beob-

Digitized by Google

Beobachtungen an verschiedenen Seiten des Mittagskreises gemacht werden, und (Fig. 27), wenn solches an einerley Seite desselben geschiehet. Wenn nun im erstern Fall C der Mittelpunct der Erde, A ein Ort auf der Oberfläche und AM der Mittagskreis ist, so beobachte man die Zeit des Durchganges des Weltcörpers durch den Abweichungscircul AP und bestimme zugleich durch Vergleichung desselben mit einem Weltcörper ohne Parallaxe den Winkel PAM; eben dies thue man bey dem Abweichungscircul A*p* um *p*AM zu erhalten, und die zwischen beyden Beobachtungen verflossene Zeit giebt den Winkel PC*p*. Es giebt aber PA*p* — PC*p* die Summe der Winkel bey P und *p* (Fig. 26) und PA*p* — PC*p* den Unterscheid der Winkel bey *p* und P (Fig. 27), welche man für die Abstände PAM und *p*AM vertheilet nach §. 155.

§. 162.

Dies war der einfachste Fall, den wir bisher untersucht haben. Es ward dabey vorausgesetzt, daß der Beobachter sowohl als der Weltcörper sich in der Fläche des Aequators befanden. Wenn solches nicht stat findet, so muß vorher alles auf die Fläche des Aequators zurückgeführet werden. Wenn zuerst A nicht in der Linie lieget, sondern eine merkliche Breite hat, so wird aus der zwischen beyden Beobachtungen verflossenen Zeit der Bogen eines Parallelcirculs und der Winkel bey C richtig für den Mittelpunct des Parallelcirculs bestimt. Wenn aber C der Mittelpunct der Erde seyn soll, so müssen die Grade des Parallelcirculs der Breite des Ortes auch zu Grade des grössesten Circuls gemacht werden. Eben eine solche Verbesserung muß auch für den Winkel PA*p*

Digitized by Google

angebracht werden, wenn der Weltcörper, durch welchen die Lage dieser Abweichungscircul PA und *p*A gegen den Mittagskreis bestimt worden, eine Abweichung hat.

§. 163.

Wir haben hiebey noch immer vorausgesetzt, daß der Weltcörper in der zwischen beyden Beobachtungen verflossenen Zeit seine grade Aufsteigung nicht geändert haben soll. Gesetzt aber, solches sey geschehen, und er sey während der Beobachtung in der graden Aufsteigung um P*p* verändert, (Fig. 28). Wenn nun der Weltcörper bey der ersten Beobachtung aus B in P, und bey der zwoten aus A in *p* gestanden, so erhält man in der zwoten Beobachtung den Winkel V*Ap* stat VAP, mithin um P*Ap* zu groß. Wäre der Weltcörper bey der zwoten Beobachtung aus A in *p*, und bey der ersten aus B in P gestanden, so erhielte man bey der zwoten Beobachtung VAP stat V*Ap*, und also diesen Winkel um P*Ap* zu klein. Hieraus fliesset folgende Regul: Wenn sich ein Weltcörper während der Beobachtung in der graden Aufsteigung gegen die Richtung verändert hat, in welcher die tägliche Bewegung der Erde geschiehet, so muß die Größe seiner Veränderung bey der letzten Beobachtung von dem Abstande vom Mittagskreise abgezogen; aber zu selbigem hinzugesetzt werden, wenn seine Veränderung in der graden Aufsteigung mit der Bewegung der Erde in einerley Richtung geschiehet. Hiedurch bringet man den Weltcörper für die zwote Beobachtung dahin zurück, wo er in der erstern stand. Will man ihn aber für die erste Beobachtung dahin führen, wo er in der zwoten

Digitized by Google

ten stehet, so muß die gegebene Regul umgekehrt werden.

§. 164.

Beyde bisher betrachtete Erscheinungen, die Strahlenbrechung sowohl als die Parallaxe, haben das mit einander gemein, daß ihre Würkungen sich nicht auſſer dem Scheitelkreise und was davon abhänget, erstrecken. Sie werden beyde kleiner, je näher ein Weltcörper dem Scheitelpuncte liegt, und gröſſer, je weiter er sich davon entfernet, doch geschiehet solches bey der einen und andern Erscheinung, nach ganz unterschiedenen Gesetzen. Sonst hänget die Gröſſe der Parallaxe zugleich mit von dem Abstande der Weltcörper von der Erde ab, aber die Strahlenbrechung durchaus nicht. Fast in allen übrigen Würkungen finden wir beyde Erscheinungen einander entgegengesetzt. Die Strahlenbrechung erhebet den Weltcörper, die Parallaxe erniedriget ihn. Beyde können die Abweichung, grade Aufsteigung, Länge und Breite eines Weltcörpers vergröſſern oder vermindern, aber wenn eine Erscheinung das eine bey einem Weltcörper würket, so geschiehet von der andern grade das Gegentheil. Die Strahlenbrechung rückt den Weltcörper näher zum Mittagskreise, und dem Breitenkreis des Neunzigsten; die Parallaxe entfernet ihn von beyden.

§. 165.

Der Unterscheid der Strahlenbrechungen für gleichen Unterscheid der Höhen ist näher gegen den Scheitelpunct kleiner und wächset ohne Aufhören mit dem Abstande vom Scheitelpunct, sie folgen der Verhältnisse der Tangenten dieses Abstandes; der Unterscheid

Digitized by Google

ſcheid der Parallaxen iſt für gleichen Unterſcheid der Höhen gröſſer nahe am Scheitelpunct und nimt mit dieſem Abſtande ohne Aufhören ab, ſie folgen dem Verhältniſſe der Sinus dieſes Abſtandes. Die Strahlenbrechung beſchleunigt das Aufſteigen und verzögert das Niederſteigen. Die Parallaxe verzögert das erſte und beſchleunigt das letzte. Dieſe und mehr andere dergleichen Sätze von den Würkungen dieſer beyden Erſcheinungen wird ein kleines Nachdenken an die Hand legen und deutlich machen.

Fünftes Capittel

Von den Fixſternen.

§. 166.

Nach dieſen Betrachtungen kan nichts weiter im Wege ſtehen zu näherer Unterſuchung des Weltgebäudes fortzugehen. Ich mache mir der Betrachtung der Fixſterne den Anfang, theils weil eine aſtronomiſche Unterſuchung dieſer Weltcörper, die keine eigene Bewegung haben, ſo viel wir bisher ſchlieſſen können, die leichteſte iſt, theils weil man ihre Lage bey Beſtimmung der Lage anderer Weltcörper und ihrer Bewegung allenthalben vorausgeſetzt wird. Sie ſind die ſicherſten Merkmahle, woran man die Lage einer jeden Erſcheinung und den Weg, welchen ſie an der Oberfläche der Weltkugel nimt, erkennet.

§. 167.

Digitized by Google

§. 167.

In dem §. 26. ist bereits angemerkt worden, daß ausser der Sonne noch verschiedene andere Weltcörper eine eigene Bewegung vom Abend gegen Morgen haben, wodurch ihre grade Aufsteigung und Abweichung und überhaupt ihre Lage gegen andere Weltcörper in kurzer Zeit merklich verändert wird. Alle diejenigen, an welchen eine solche Art der Bewegung nicht beobachtet wird, sind unter dem Nahmen der Fixsterne begriffen, und zur Betrachtung derselben ist das gegenwärtige Capittel bestimt.

§. 168.

Wenn man einmahl die Lage der Fixsterne gegen den Aequator und die Ecclíptik bestimt hat, so muß diese Bestimmung beständig gelten, wenn sie in ihrer Lage gegen diese Circul gar keiner Veränderung unterworfen sind. Gesetzt aber, daß sie auch einigen Veränderungen unterworfen sind, so wissen wir doch so viel, daß sie nur langsam erfolgen, und eine solche Bestimmung würde wenigstens für eine lange Zeit brauchbar seyn. Allemahl aber wird sie doch dazu dienen, auszumachen, ob sich ihre Lage verändere, wie weit diese Veränderung gehe, und welchen Gesetzen sie folge. Es ist daher nichts geschickter, die Lage anderer Weltcörper an der Oberfläche der Weltkugel auszumachen, als die Vergleichung derselben mit den Fixsternen. Da sie überdem über die ganze Oberfläche der Weltkugel dergestalt zerstreuet sind, daß nicht leicht ein Weltcörper irgendwo einen Ort daran einnehmen kan, daß er nicht in der Abweichung einem Fixstern nahe käme, so finden die §. 78. u. f. angeführten Beobachtungsarten hiebey ihre Anwendung.

§. 169.

Digitized by Google

§. 169.

Hierin lagen ohne Zweifel die Bewegungsgründe für den Verwegenen, welcher zuerst den Gedanken fassen konte, die Fixsterne aufzuzählen, und ihre Lage zu bestimmen. Vielleicht konten auch einige an den Fixsternen bemerkte Veränderungen dazu den Anlaß gegeben haben. Hipparch soll wenigstens, nach Ptolomäus Bericht, durch die Erscheinung eines neuen Sterns zu dieser Arbeit bewogen worden seyn. Um aber ein solches Verzeichniß der Fixsterne (catalogus fixarum), worin sie nach ihrer Lage gegen den Aequator und die Eccliptik aufgezählet werden, brauchbar zu machen, war es nöthig die Sterne zu kennen, und deswegen wurden sie mit besonderen Nahmen bezeichnet.

§. 170.

Bey dieser Arbeit wäre die Verwirrung unvermeidlich gewesen, wenn man nicht durch einen guten Kunstgriff der Einbildungskraft und dem Gedächtnisse zugleich zu Hülfe gekommen wäre. Nachdem man einen gewissen Platz am Himmel bemerket, und die darauf befindlichen Sterne nach ihrer Lage aufgezeichnet hatte, zeichnete man um dieselben eine Figur, die sich entweder schon für ihre Lage gegen einander schickte oder die man aus andern Gründen erwählte. Die ganze Menge der in dieser Figur eingefaßten Sterne erhielte den Nahmen von dieser Figur.

Auf diese Weise entstanden am Himmel Könige, und gewaltige Jäger, Flüsse und Schiffe, Schlangen und Drachen. Eine solche in einer Figur gefaste Sammlung von Fixsternen nennet man ein Gestirn oder Sternbild.

Ein-

Digitized by Google

Einzelne Sterne erhielten auch zuweilen ihre Nahmen von den Theilen der Figur, welche sie einnahmen, und in den neuern Zeiten bediente man sich der Buchstaben des Alphabeths sie zu unterscheiden.

So nennet man einen Stern im Stier, das Auge des Stiers, oder α im Stier, u. d. m.

§. 171.

Daß diese Methode, zur Käntniß der Fixsterne zu gelangen, sehr alt sey, würde allein das Buch Hiob beweisen, wo bereits verschiedene Gestirne mit den Nahmen angeführet sind, die sie noch jetzt haben. Chiron soll zuerst, wie die ältesten Nachrichten in dieser Sache behaupten, die Sterne in Sternbilder versammelt haben, und zwar zum Besten der Argonauten. Der Pater Souciet beweiset sehr gelehrt, daß solches 1470 Jahre vor unsrer Zeitrechnung geschehen sey. Die ganze Nachricht, welche wir davon haben, beruhet auf das Zeugniß eines ältern griechischen Schriftstellers, welches Clemens von Alexandrien aufbehalten hat. Seneca redet vermuthlich von eben dieser Arbeit Chirons. Es sind noch nicht 1500, sagt er, da Griechenland die Sterne gezählet und ihnen Nahmen gegeben. Ich bin sehr geneigt, die erste Arbeit dieser Art, in Ansehung einiger Sternbilder, noch weiter hinaufzusetzen. Es ist nicht wahrscheinlich, daß ein so natürlicher Weg, auf welchen man bald nach der Sündfluth gerieth, in der ganzen Zeit vor derselben nicht betreten seyn sollte.

Digitized by Google

§. 172.

Man ist eben so ungewiß über die Zeit, da die Eintheilung des Thierkreises in die zwölf himmlische Zeichen gemacht worden. Sextus Empiricus und Macrobius erzählen, daß man das Wasser, welches während eines ganzen Umlaufes der Weltkugel aus einem Gefässe gelaufen, in zwölf gleiche Theile abgemessen habe, und danächst nach der Zeit, die ein solcher Theil gebrauchte, von einem Gefässe in das andere zu laufen, durch die Beobachtung des Aufganges der Sterne die Räume bestimmet habe, welche jedes Zeichen einnehmen sollte. Wenn diese Erzählung ihre Richtigkeit hat, so ist sie ein sicherer Beweis von dem grossen Alterthum dieser Eintheilung. Delalande ziehet aus der Beziehung der Eintheilung des Thierkreises in 12 Zeichen von 30 Graden auf die Eintheilung des Jahres in 12 Monathe von 30 Tagen die Muthmassung, daß diese Abtheilung von den Chaldäern gemacht sey, welche 360 Tage auf ein Jahr rechneten.

§. 173.

Es mag aber mit der Eintheilung des Thierkreises und der Erfindung der Sternbilder beschaffen seyn, wie es wolle, so ist das letztere so natürlich, daß man bey aufmerksamer Betrachtung des Himmels fast nothwendig darauf verfallen muß. Die Chinesen, ein Volk, das von allen andern abgesondert lebte, hatten ihre Sternbilder, und eben dies weiß man von den Peruanern. Das ist aber aus der Geschichte der Astronomie gewiß, daß Hipparch etwa anderthalb hundert Jahre vor Christi Geburt ein Verzeichniß der Fixsterne von 48 Gestirnen gemacht

Digitized by Google

macht habe, welches uns Ptolomäus aufbehalten hat, und worin 1022 Sterne aufgeführet sind. Zwölf Gestirne machen den Thierkreis aus; Ein und zwanzig liegen von demselben gegen Norden, und Funfzehn gegen Süden. Die Lage der Fixsterne ist auf das Jahr 137 vor unserer Zeitrechnung eingerichtet.

§. 174.

Man findet darin Sterne von der ersten bis zur sechsten Größe; denn auch eine solche Eintheilung macht man von den Sternen nach dem Grade ihrer scheinbaren Größe und Klarheit, ob dieselbe gleich sehr unbestimt ist. Die Sterne, welche noch kleiner sind, heissen telescopische, weil sie nur durch Sehröhre gesehen werden können. Den blossen Augen erscheinen sie nicht, wo nicht eine Menge nahe bey einander stehen. Eine solche Stelle erscheinet etwas weisser, wie ein Nebel in dem schwarzen Grunde des Himmels. Sie heissen daher auch neblichte Sterne (nebulosæ). Die Sterne, welche sich nicht in den Sternbildern passen wollen, nennet man unförmliche (Sporades). Sie sind oft merkwürdiger, als andere in den Sternbildern.

§. 175.

Die Gestirne des Thierkreises sind schon §. 26. angeführet; die Nahmen der nordlichen Gestirne sind der kleine und grosse Bär, der Drache, Cepheus, Cassiopea, Andromeda, Perseus, Pegasus, das kleine Pferd, das nordliche Dreyeck, der Fuhrmann, Bootes, die nordliche Krone, der Schlangenträger, die Schlange, Hercules, der Adler, der Pfeil, die Leyer, der Schwaan, Delphin.

Digitized by Google

§. 176.

Tycho fügte diesen noch zwey Gestirne bey, unter dem Nahmen Antinous, und das Haar Berenice, in welchen er einige unförmliche Sterne an dem Adler und Schwanze des Löwen sammelte.

§. 177.

Diese Sternbilder nahmen den Raum des nordlichen Himmels nicht so vollkommen ein, daß für die folgenden Zeiten nichts hinzuzufügen übrig geblieben wäre. Nach des Tycho Zeiten sind noch folgende Zehn nordliche Gestirne hinzugesetzet. Das Rennthier, die Giraffe, der Luchs, der kleine Löwe, die Windhunde, die Fliege, der Fuchs mit der Gans, die Wassereydechse, Cerberus mit dem Zweige, und der Berg Mänalus. Dadurch erstrecket sich also die Zahl der nordlichen Gestirne gegenwärtig auf Drey und Dreißig.

§. 178.

Die Nahmen der Funfzehn südlichen Gestirne sind Orion, ein Gestirn, welches am meisten unter allen in die Augen fällt, der Wallfisch, der Fluß Eridanus, der Haase, der kleine und grosse Hund, die weibliche Hydre, der Becher, der Rabe, der Centaur, der Wolf, der Altar, der südliche Fisch, das Schiff der Argonauten, die südliche Krone.

Zu diesen sind nachher noch Zwanzig hinzugesetzt, der Sextant, das Schild des Sobiesky, der Pfau, der Kranich, der Phönix, der Indianer, der Paradiesvogel, die südliche Fliege, der Camelcon, das südliche Dreyeck, der fliegende Fisch,

Digitized by Google

Fisch, die Dorade, die grosse Wolke, die americanische Gans, die männliche Hydre, die kleine Wolke, die Raute, die Taube das Eichhorn, das Creutz.

§. 179

Diese letztern Gestirne waren gröstentheils auf Nachrichten und Zeichnungen der Seefahrenden gegründet. Delacaille setzte ausser der Raute, die von ihm herstammet, und dem südlichen Dreyeck, ihnen noch eilf neue nach seinen eigenen Beobachtungen hinzu, unter folgenden Nahmen, der chymische Ofen, die Uhr, Phidias Werkstat, das Microscop, der Octant, der Tafelberg, das Winkelmaaß und Lineal, die Luftpumpe, der Seecompaß, die Grabstichel, die Staffeley mit dem Farbenbret.

Dadurch haben wir gegenwärtig sechs und vierzig südliche, und also überhaupt ein und neunzig Gestirne, und beynahe zweymahl so viel, als Hipparch aufgeführet.

§. 180.

Wenn man diese Sternbilder, nach der ihnen zukommenden Lage gegen einander und gegen die grösten bekanten Circul auf der Oberfläche einer Kugel zeichnet, so hat man die künstliche Himmelskugel; wenn man von dieser Oberfläche der Kugel eine Projection auf eine Ebene macht, so erhält man Himmelscharten. Zwo Charten, deren jede eine Projection von der halben Oberfläche der Kugel ist, und welche beyde die ganze Kugel vorstellen, machen die Planisphäre aus. Eine Sammlung von vielen Charten die zusammengenommen die ganze Kugel enthalten, wird ein Atlas genant. Eben solche

Digitized by Google

daß er die Sterne der ersten Größe übertraf und bey Tage gesehen werden konte. Man beobachtete nicht die geringste Veränderung in seiner Lage, aber nach und nach ward er wieder kleiner und verschwand. Tycho ließ sich hiedurch zu einer neuen Musterung der Fixsterne bewegen. Er hatte selbst 777 Sterne beobachtet. Keppler suchte aus andern Beobachtungen noch 386 zusammen, und dadurch entstand das Tychonische Verzeichniß von 1163 Sternen. Diese Tychonische Arbeit, nach welcher er selbst eine Himmelskugel verfertiget hatte, diente fast ein ganzes Jahrhundert den Zeichnungen der Himmelskugeln und Charten zur Grundlage. Bayers Verzeichniß gründete sich samt den beygefügten Zeichnungen darauf. Er fügte nur 12 südliche Gestirne hinzu, auf welche sich die Tychonische Beobachtungen nicht erstreckten. Man tadelt an seiner Zeichnung, daß die mehresten seiner Sternbilder umgekehrt liegen, und die vordere Seite nicht gegen die Zuschauer wenden. Es entstehet daraus die Unbequemlichkeit, daß die Sterne, welche die Alten an der linken Seite der Figuren bemerkt und darnach benannt haben, darin an der rechten Seite dieser Figuren liegen.

§. 183.

Der Landgraf Wilhelm von Hessen arbeitete zu der Zeit mit seinen beyden Astronomen Rothmann und Byrgh ebenfalls an ein neues Verzeichniß. Sie bestimmeten 400 Sterne nach ihrer Lage aus eigenen Beobachtungen. Ricciolus suchte blos das Tychonische Verzeichniß zu erweitern. Er vermehrte es würklich mit 305 Sternen, aus seinen

Digitized by Google

und seines Gehülfen Grimaldi Beobachtungen. Sein Verzeichniß begriff 1468 Sterne. Halley beförderte die Vollkommenheit des Verzeichnisses der Fixsterne durch seine Beobachtungen der südlichen Gestirne. Er bestimmete die Lage von 350 Fixsternen, und Noel wiederholte diese Arbeit im Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts. Hevel gab ebenfalls nach seinen Beobachtungen von 603 Sternen, ein Verzeichniß von 1888 Fixsternen heraus, und machte zugleich einige neue Sternbilder. Sein Sobeskianisches Firmament bestand aus 54 Charten. Sein Verzeichniß würde in den Zeichnungen länger gebraucht worden seyn, wenn es nicht durch das weit vollständigere Brittische wäre verdrungen worden.

§. 184.

Dies Verzeichniß ist in der historia cœlesti von Flammstedt enthalten. Es zählet 3000 Sterne, und ist eine Frucht der Vorsorge, welche Carl der Zweyte für die Beförderung dieser Wissenschaft trug, und durch die Verfügung, welche er zu Greenwich machte, zu erkennen gab. Die Beobachtungen dazu sind alle mit einem grossen Muralquadranten gemacht, und die Lage der Sterne sowohl gegen den Aequator, als die Ecliptik bemerket. Auf dies Verzeichniß gründen sich zwo Planisphären vom Senex, deren eine eine Projection auf den Aequator, die andere auf die Ecliptik darstellet. Delalande macht in seiner Astronomie Hofnung, daß die neue, vom Herrn Bevis unternommene Ausarbeitung einer Uranometrie in 50 Charten, nach Art der Bayerschen nächstens werde ausgegeben werden.

§. 185.

Digitized by Google

§. 185.

Herr Monnier machte aus seinen Beobachtungen ein Verzeichniß von 400 Zodiacalsternen, deren Lage er mit zween Muralquadranten von 5 und 8 Fuß bestimmt hatte. Die Akademie zu Göttingen besitzet ein Manuscript von dem Prof. Tob. Mayer, worin die Lage von 1000 Zodiacalsternen angegeben ist. Der Tod übereilete ihn, ehe die Ausgabe besorget werden konte.

§. 186.

Die gröste und wichtigste Arbeit in dieser Absicht unternahm zu unsern Zeiten der Abt Delacaille. Er gab zuerst 1757 ein Buch heraus, unter dem Titul: Fundamenta Astronomiæ. Er hatte 10 Jahr angewendet, und mit unglaublicher Mühe die Lage von 397 Fixsternen bestimmet. Das angeführte Buch enthält diese Beobachtungen und darüber angestellte Rechnungen zur Bestimmung ihrer Lage. Diese Arbeit sollte ihm nur zu einer Grundlage dienen für eine weit grössere, welche er in Absicht auf die Fixsterne zu unternehmen beschlossen hatte. Er verglich mit diesen auf dem Vorgebürge der Hofnung, und den Insuln Frankreich und Bourbon Zehntausend südliche Sterne. Ein Verzeichniß von 2000 ist bereits davon in den Memoiren angeführet. Nach der Aeusserung des Herrn Delalande sind die Beobachtungen der übrigen 8000 längst unter der Presse, aber so viel ich weiß, noch nicht erschienen. Im Winter 1762 verlohr dieser grosse Astronom sein Leben an einer Erkältung, welche er sich bey einer ähnlichen Arbeit in Ansehung der Zodiacalsterne zugezogen hatte. So weit er in-

Digitized by Google

dessen mit dieser Arbeit fertig geworden, ist sie in seinen Ephemeriden für 1765 bis 1774 abgedruckt.

§. 187.

Auf diese Arbeit gründet sich eine neulichst herausgegebene Planisphäre von Vaugondy. Diese sauber gestochene Charten, und die von Åkermann in Upsal verfertigte Himmelskugel sind die ersten Zeichnungen, auf welchen ich die südlichen Gestirne vom Delacaille gefunden habe, deren §. 179. Erwähnung geschehen. Die ganze Planisphäre enthält 3097 Sterne von der ersten bis sechsten Größe. Sie ist mit einer Uranographie begleitet, welche die Lage der Sterne ganz allgemein angiebet, die Größe der Sterne und die Buchstaben angiebt, mit welchen sie in der Planisphäre bezeichnet sind. Die Projection ist auf den Aequator gemacht. Die Uranographie enthält zugleich eine Anleitung zur Käntniß der Sterne, vermittelst der Planisphäre zu gelangen. Ich halte mich mit Anführung der dazu dienlichen Methoden nicht auf, da jedermann darauf leicht von selbst verfallen kan und sie leichter gezeiget als beschrieben werden.

§. 188.

Nach dem Verdacht, welchen die Nachrichten der ältesten Schriftsteller mit dem gegenwärtigen Zustande des Himmels verglichen, erreget hatten, daß sich an diesen Weltcörpern Veränderungen von Wichtigkeit zugetragen hätten, war es nöthig, daß die Astronomen sich eine so genaue Käntniß von den Fixsternen zu erwerben suchten. Hiedurch allein können die Nachkommen in den Stand gesetzt werden, sich genauer und gewisser davon zu unterrichten. In

den

Digitized by Google

den älteſten Zeiten ſahe man in dem Siebengeſtirn nur ſechs Sterne. Man fand nachher ſieben, und will, daß der ſiebente kurz vor der Zerſtöhrung von Troja erſchienen ſey. Man hat überdem ganze Verzeichniſſe von Sternen, die vor Zeiten geſehen worden und jetzt nicht mehr zu finden ſind, und umgekehrt, imgleichen von andern die zu verſchiedenen Zeiten verſchiedene Gröſſen gehabt haben müſſen. Die Schwürigkeiten mit bloſſen Auge die Sterne im Siebengeſtirn zu zählen, die unvollkommene Beſtimmung der Lage der Fixſterne bey den Alten, und die unbeſtimte Abtheilung der Fixſterne nach ihrer Größe und Klarheit machten dies alles zwar zweifelhaft, aber ſie gaben den Aſtronomen doch einen Wink, darauf zu merken.

§. 189.

Die neuern Zeiten haben ſchon dieſe Ungewisheit zum Theil gehoben. Die §. 182. erwähnte Erſcheinung eines neuen Sterns in der Caßiopea und ſeine darauf erfolgte Verſchwindung ließ nicht weiter daran zweifeln, daß dergleichen Veränderungen würklich vorgiengen. Die Abhandlungen der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris und der Geſellſchaft zu London, enthalten eine Menge neuerer Beyſpiele. Montanerus ſchreibt an die Londonſche Geſellſchaft, daß zween Sterne im Schiffe unſichtbar geworden, und daß er mehr als hundert dergleichen Beyſpiele an kleineren Sternen bemerket habe. Ohne Zweifel gehen täglich dergleichen Veränderungen vor, die aber nur in beſondern Anläſſen von den Aſtronomen bemerket werden können.

Digitized by Google

§. 190.

Man würde sehr übereilt schliessen, wenn man hieraus behaupten wollte, daß dergleichen Sterne zu der Zeit ihrer Erscheinung erschaffen, und wenn sie verschwünden ganz aus dem Weltgebäude vertilget wären, besonders nachdem man an andern Sternen ein periodisches Erscheinen und Verschwinden beobachtet hat. Fabricius entdeckte, daß der Stern o im Halse des Walfisches einer Veränderung unterworfen sey, und Nachrichten von Jahrhunderten vorher bewiesen eben dies. Holward gab von ihm eine besondere Nachricht, als er 1639 im Sommer verschwand, und im December wieder erschien. Bouilland bestimte die Periode von seiner grösten Klarheit bis zur nächstfolgenden auf 333 Tage, und danächst Cassini auf 334. Hevel berichtet von ihm, daß er von 1672 bis 1676 gar nicht erschienen.

Eben dieser gelehrte Bürgermeister bemerkte 1670, daß die Größe eines Sterns im Kopfe des Schwaans abnahm. Er verschwand endlich ganz und ist noch nicht wieder erschienen. Kirch vermuthete, daß er so wie der vorige seine Periode halten würde, und suchte ihn fleißig, aber vergeblich. Bey diesem Anlasse entdeckte er aber im Halse des Schwaans, daß der mit χ bemerkte Stern sich verändere. Er ist nachher vom Maraldi mit Fleiß beobachtet worden, und jüngst von Gentil, der seine Periode zu 402 Tage bestimt. Gentil muthmasset, daß auch diese Periode selbst noch einigen Veränderungen unterworfen sey.

Es giebt noch eine Menge anderer dergleichen Sterne, von welchen noch anzumerken ist, daß sie

nicht

Digitized by Google

nicht in jeder Periode zu einerley Größe gelangen. Indessen hat man ungeachtet aller dieser Veränderungen keine eigene Bewegung an ihnen entdecken können. Von dem einzigen β im Adler, welcher wahrscheinlich seine Größe verändert hat, muthmasset **Delalande**, daß er auch seinen Ort verändert habe.

§. 191.

Es ist in der That schwer etwas auszudenken, wodurch sich diese Erscheinungen erklären lassen. Weder der Gedanke, daß ein solcher Stern halb Planet und halb Fixstern sich um seine Axe drehe, noch ein anderer, welcher ihnen nebst solcher Bewegung eine tellerförmige Figur giebet, scheinen sie zu erklären geschickt zu seyn. Mehrere beobachtete Umstände können nur zu gegründetern Muthmassungen führen.

Es ist leichter einzusehen, warum man durch Sehröhre zuweilen zween und mehr Sterne da gewahr wird, wo das blosse Auge nur einen erblickt. Man nennet sie doppelte, dreyfache u. s. f. und findet eine Menge dieser Art.

§. 192.

Ich kan die Erzählungen dieser Merkwürdigkeiten am Himmel nicht endigen, ohne der Milchstrasse und anderer kleinerer dergleichen Stellen, die zu den neblichten Sternen gerechnet werden, zu erwähnen. Erstere, welche den ganzen Himmel umfasset, ist jedermann bekant. Wenn man sie mit einem Sehrohr betrachtet, findet man sie mit unzähligen Sternen besäet, und man ist gemeiniglich geneigt, die weisse Farbe dieses Streifen von dem verwirreten Lichte einer

Digitized by Google

ner Menge daselbst befindlichen Sterne herzuleiten. Allein man entdeckt diese weisse Farbe sowohl da, wo man eine Menge kleiner Sterne unterscheidet, als da, wo man keinen einzigen siehet. Allenthalben findet man diese ebene, weisse, matte Farbe, welche sich von dem schwarzen Grunde des Himmels vollkommen unterscheidet. Indessen kan es gar wohl seyn, daß auch unsre besten Sehröhre nur nicht die Vollkommenheit haben, welche erfordert wird, die Sterne zu unterscheiden, welche diese Farbe verursachen.

§. 193.

Mit den neblichten Stellen am Himmel, hat es eben die Beschaffenheit. Sie zeigen sich dem blossen Auge, wie der Schein eines Sterns durch eine dünne Wolke, oder selbst wie eine kleine von der untergegangenen Sonne erleuchtete Wolke. Von einigen zeigen die Sehröhre ausdrücklich, daß sie nichts anders sind, als eine Menge unendlich vieler kleinen nahe an einander stehender Sterne. Bey andern findet man den ganzen Raum oder doch die Zwischenräume, zwischen den Sternen, mit der oben beschriebenen weissen Farbe bedeckt. Man findet dergleichen Stellen in der Andromeda, im Orion, nahe an den Schützen, an dem Antinous, zwischen den grossen und kleinen Hund, im Centaur, im Hercules u.a.m.

Delacaille hat am südlichen Himmel 42 derselben gefunden, wovon 14 nichts, als eine Sammlung von Sternen waren, 14 hatten nichts, als die ebene weisse Farbe, und an den übrigen 14 fand man eine Sammlung von Sternen auf dem weissen Grunde. Man muthmasset, daß diese Stellen selbst Veränderungen in der Figur unterworfen sind, daß

sie

Digitized by Google

sie erscheinen und verschwinden, wie einige Fixsterne. Gentil bemerket, daß der Unterscheid in der Figur, von dem Unterscheid der Sehröhre abhänge, und hat von der neblichten Stelle im Orion Zeichnungen gemacht, wie er sie durch Sehröhre von verschiedener Stärke zu gleicher Zeit gesehen.

Herr Lambert hat über diese Materie in seinen cosmologischen Briefen fürtrefliche Anmerkungen gemacht. Sie verdienen von allen gelesen zu werden, die von der Größe der Schöpfung würdige Begriffe haben wollen.

§. 194.

Die Milchstrasse sowohl als die neblichten Sterne, sind geschickt die unzählbare Menge der Fixsterne darzuthun und begreiflich zu machen, daß sie ihre Lage nicht an der Oberfläche einer Kugel haben können, sondern in unermeßlich langen Reihen hinter einander liegen müssen. Selbst die grösten Fixsterne sind so weit von uns entfernet, daß die Länge von hier zur Sonne zu klein ist, um einen Maaßstab für diese Entfernung abgeben zu können. Wenn aber daraus folget, daß diese Puncte ungeheuer grosse Kugeln seyn müssen, so siehet man zugleich, daß ein Zusammenfluß derselben an einer Kugeloberfläche die Erscheinung nicht darstellen könne, welche wir an der Milchstrasse und den neblichten Stellen finden. Sie müssen hinter einander liegen, und ihre verschiedene Größe oder Klarheit macht es wahrscheinlich, daß solches in eben so unermeßlichen Abständen geschehe.

§. 195.

Das blitzende Licht, welches sie in so ungeheuer grossen Abstande fortschiessen, ist ein gewisser Beweis,

Digitized by Google

weis, daß sie, so wie unsere Sonne, ihr eigenes Licht haben. Man hat längst daraus die sehr wahrscheinliche Folge gezogen, daß jeder Fixstern, wie unsere Sonne, von Millionen Weltcörpern umgeben werde, denen sie Licht und Wärme mittheilen. Lambert treibt diese Muthmassung noch weiter und nicht ohne Wahrscheinlichkeit. Er nimt an, daß unzählige Sonnen mit ihren Planeten sich wieder um einen Punct bewegen, und daß diese Fixsterne zusammen ein System ausmachen, wie die Milchstrasse ist, zu welcher ohne Zweifel unsere Sonne gehöret. Er muthmasset weiter, daß es unzählich viele dergleichen Fixsternensysteme oder Milchstrassen gebe, davon uns die nächsten in Gestalt der neblichten Sterne sichtbar werden, und daß alle diese Systeme durch ein Punct, um welches sie sich bewegen, zu einem ganzen verbunden werden. Dieser grosse Gedanke kan ohne eine vollkommene Käntniß der allgemeinen Schwere, welche in der Welt nothwendig angenommen werdrn muß, wo sie ein ganzes ausmachen soll, nicht ganz begreiflich gemacht werden. Ich führe sie hier nur an, zu zeigen, wie weit die wahrscheinlichste Muthmassung von der Einrichtung der Welt von der gemeinen Vorstellung abweiche. welche die Fixsterne neben einander an der Oberfläche der Weltkugel anheftet.

§. 196.

So unveränderlich nun die Lage der Fixsterne den ersten Beobachtern in aller Absicht betrachtet vorkommen muste, so konten sie doch nicht verfehlen, in der Folge eine grosse Veränderung zu bemerken, die sie insgesamt betroffen, und ihre Lage gegen die grösten Circul der Kugel verändert hatte. Wenn man

auch

Digitized by Google

auch nichts weiter wüſte, als daß Chiron die Zeichen ſo geordnet hätte, daß das Frühlingspunct in der Mitte des Widders gelegen, ſo müſte man wohl, da es jetzt über 40 Grade davon entfernet iſt, auf eine ſolche Veränderung ſchlieſſen. Es iſt unmöglich, daß man annehmen könne, er habe ſich um eine ſolche Größe verſehen können.

§. 197.

Alle nachherige Beobachtungen vom Hipparch an, beſtätigen eben dieſe Veränderung, und wenn man Beobachtungen vergleichet, die ſo viele Jahre von einander entfernet ſind, daß auch ſehr merkliche Fehler keinen ſonderlichen Irrthum in der daraus geſuchten Beſtimmung erzeugen können, ſo findet man die Größe dieſer jährlichen Veränderung, zwiſchen 50 und 51 Secunden. Delacaille ſetzet 50″,3. Um eine ſolche Größe wird die Länge der Fixſterne jährlich vermehret, es ſey nun, daß dieſe Veränderung in einer würklichen Bewegung der Fixſterne, oder in einem Zurückweichen der Durchſchnittspuncte der Eccliptik und des Aequators zu ſuchen ſey. Das letztere iſt ohne Zweifel das wahrſcheinlichſte, und man nennet daher auch dieſe Veränderung das **Zurückweichen der Aequinoctialpuncte** (regreſſus punctorum aequinoctialium), oder auch das **Vorrücken der Nachtgleichen** (praeceſſio aequinoctiorum. Denn es iſt begreiflich, daß die Zeit der Nachtgleiche ehe eintreffen müſſe, wenn die Aequinoctialpuncte zurückweichen, als es ohne daſſelbe geſchehen würde.

§. 198.

Da bey dieſer Veränderung der Abſtand der Sterne

Digitized by Google

Sterne vom Pol der Ecclíptik nicht verändert wird, so kan man sich vorstellen, daß dieselbe dadurch hervorgebracht werde, daß der Pol des Aequators sich um den unbeweglichen Pol der Ecclíptik, oder der Pol der Ecclíptik sich um den unveränderlichen Pol des Aequators bewege, dergestalt, daß in einer Zeit von beynahe 26000 Jahren eine solche Bewegung vollendet werde, und die Gestirne in Ansehung der Aequinonoctialpuncte wieder ihre vorige Lage erhalten. Ich werde diese Bewegung, welche allen Fixsternen gemeinschaftlich ist, auf beyden Seiten betrachten.

§. 199.

Wenn man zuerst eine Bewegung der Fixsterne in der Lage annimt, so muß man doch zugleich eine dadurch gewürkte Veränderung in der graden Aufsteigung und Abweichung setzen. Es sey (Fig. 29) GL ein Theil der Ecclíptik, E deren Pol, AQ der Aequator, P dessen Pol. In S sey ein Fixstern, welcher sich in der Länge von S nach H beweget hat, so ist dessen Abweichung um SI, und seine grade Aufsteigung nm den Winkel IPH verändert worden. Wenn man die Veränderung HS oder den Winkel EED, die Schiefe der Ecclíptik, die Abweichung, und daraus PS, die grade Anfsteignng, und daraus den Winkel SPA kennet, so kan man, da zwo Seiten EP und ES unveränderlich bleiben, aus der Veränderung des dazwischen liegenden Winkels PES in PEH, vermittelst der trigonometrischen Differential-Formuln, die Veränderungen finden, welche dadurch in der Seite des Dreyecks PS und in dem Winkel bey P, das ist in der Abweichung und graden Aufsteigung gewürket worden.

§. 200.

Digitized by Google

§. 200.

Man kan auch eben dies durch die in dem Dreyeck HIS liegenden Proportionen finden. In beyden Fällen ist

BD : FG oder BED : FPG = sin PH × t. PHE : sin EPH × sin EP.

Vermittelst der Seiten EP, PH und EPH kan man den Winkel PHE wegschaffen. Es ist

$$\text{t. PHE} = \frac{\sin \text{EPH}}{\sin \text{PH} \times \cot \text{PE} - \cos \text{EPH} \times \cos \text{PH}}$$

Und wenn man diesen Werth in den gefundenen Ausdruck einführet, so wird

BED : FPG = 1 : cos PE − sin PE × cos EPH × cot PH.

und FPG = BED × cos PE − BED × sin PE × cos EPH × cot PH.

§. 201

Für die durch die Veränderung des Winkels bey E gewürkte Veränderung der Seite PH in dem Dreyeck EPH findet man aus den angeführten trigonometrischen Formuln oder aus dem Dreyeck HSI die Proportion

BED : SI = 1 : sin EH × sin EHP,

oder da aus dem Dreyeck EHP folgende Proportion hergeleitet werden kan

sin EP : sin EH = sin EHP : sin EPH

kan man auch so setzen

BED : SI = 1 : sin EP × sin EPH

und daraus erhält man

SI = BED × sin EP × sin EPH,

welches die aus dem Zurückweichen der Aequinoctial-

Digitized by Google

puncte auf die Abweichung der Fixsterne gewürkte Veränderung darstellet.

§. 202.

Wenn man sich die Sache anders vorstellen, den Fixstern in Ruhe lassen, und annehmen will, daß der Pol des Aequators sich um den Pol der Ecclyptik bewege, so setze man (Fig. 30) E sey der Pol der Eccliptik, P der Pol des Aequators, und S ein Fixstern, durch welchen aus P und E die Abweichungs- und Breitenkreise PH und EH gezogen sind. Wenn nun der Pol des Aequators von P nach *p* fortgerückt ist, so ist aus dem Dreyeck PEH das Dreyeck *p*EH geworden; die Lage des Aequators ist von AQ nach *aq*, und sein Durchschnittspunct mit der Eccliptik von M nach N gebracht worden, und der durch die Pole E und P gehende gröste Circul von O nach L. Da in der Grösse der beyden Seiten EP und EH keine Veränderung, sondern nur in dem von ihnen eingeschlossenen Winkel bey E vorgegangen; so hat man in der Veränderung des Dreyecks den vorhergehenden Fall, und daher erhält man auch eben dieselbigen Formuln für die Veränderung in der graden Aufsteigung und Abweichung der Fixsterne.

§. 203.

Diese Formuln §. 200. sind für die Veränderung des Dreyecks PEH eingerichtet, wenn EP und EPH in demselben als bekant angenommen werden. Wenn man andere Stücke des Dreyecks als bekant voraussetzen will, so wird es auch nicht schwer seyn, nach eben dieser Methode die Ausdrücke für die Veränderung in der graden Aufsteigung und Abweichung zu finden.

Digitized by Google

finden. Uebrigens lehret die Betrachtung der Winkel EPH und der Seite PS, nachdem ersterer stumpf oder spitz, und letztere größer oder kleiner als ein Quadrant ist, ob das Product cos EPH × cot PS bejahend oder verneinend ist. Da denn BED × sin PE × cos EPH × cot PS in der Formul §. 201 im ersten Fall abgezogen, und im andern addiret werden muß.

§. 204.

Hiebey ist noch immer angenommen worden, daß EP oder die Schiefe der Ecclíptik unveränderlich sey. Wenn aber auch dies nicht stat fände, so würden die Fixsterne auch einer gemeinschaftlichen Bewegung in der Breite unterworfen seyn. Ob eine solche Veränderung in der Schiefe der Ecclíptik stat finde, werden wir erst in der Folge untersuchen, und auch da nur die Fortrückung der Aequinoctialpuncte aus ihren Gründen herleiten. Hier habe ich blos ihre Würkung auf die grade Aufsteigung und Abweichung berechnen lehren wollen, weil darauf eine beträchtliche Verbesserung der Lage der Fixsterne gegen die grösten Circul der Sphäre beruhet.

Es giebt noch zwo andere periodische Veränderungen der Fixsterne, die nur in der Folge begreiflich gemacht werden können.

§. 205.

Das bisher angeführte enthält nur Vorstellungen von solchen Bewegungen, welche allen Fixsternen gemein sind, weil sie im Grunde von dem Weltcörper, auf welchen wir uns befinden, und dessen Verbindung mit andern Weltcörpern abhängen. Man

Digitized by Google

kan daher noch immer die Lage der Fixsterne als unveränderlich annehmen.

§. 206.

Sonst scheinet eine genaue Vergleichung der neuesten Beobachtungen mit älteren noch eine eigene Bewegung der Fixsterne, wenigstens an einigen der ersten Größe, welche uns vermuthlich am nächsten sind, bemerken zu lassen. Der Sirius im grossen Hunde, Arctur im Bootes, und das Auge im Stier gehören unter dieser Zahl. Man ist aber noch lange nicht so weit, die Gesetze für diese Bewegungen zu bestimmen, und noch weniger die Ursachen derselben auszumachen, welche ohne Zweifel ausserhalb den Gränzen unsers Sonnensystems liegen, und tausendjährige genaue Beobachtungen zu ihrer Entdeckung erfordern.

Sechstes Capittel

Von der Sonne besonders, und der durch ihre Bewegung bestimmten geographischen Abtheilung der Erde.

§. 207.

Die Sonne ist derjenige Weltcörper, welcher uns Wärme und Licht unmittelbar zuschickt. Ohne sie würde unvergängliches Eis das Wasser bedecken, und die Erde in ewiger Nacht verhüllt seyn. Sie ist

Digitized by Google

ist es, welche um sich herum die Feuermaterie in Bewegung setzt, und ihre Würksamkeit über Millionen Weltcörper ausbreitet, die sie in Bewegung setzt, und von welcher sie der würksame Mittelpunct ist, ohne es zu seyn scheinen. Eine lobwürdige Neugierde würde uns auf ihren Stand, Bewegung und alles, was darauf eine Beziehung hat, aufmerksam machen, wenn es unser Nutze nicht würklich eben so sehr erforderte. Die Abtheilung der Zeit, deren Werth nicht erkant zu werden scheinet, weil sie kein Geheimniß mehr ist, diese Abtheilung allein, welche über alle bürgerliche Geschäfte Ordnung verbreitet, würde die Mühe einer aufmerksamen Beobachtung der Bewegung der Sonne belohnen, da sie im Grunde von ihr allein abhänget. Es ist nun Zeit, die Methoden zu untersuchen, durch welche ihr Weg am Himmel bestimt, und die Anordnung des kleinen Theiles des Weltgebäudes, den wir übersehen, geschlossen werden kan.

§. 208.

Es ist schon §. 24. 25. im allgemeinen angeführet, daß die Sonne eine eigene Bewegung vom Abend gegen Morgen habe, daß sie diese Bewegung in einem gröſten Circul der Weltkugel vollende, welche den Aequator in zwey entgegengesetzten Puncten schneidet. Alles dies müssen wir jetzt umständlicher betrachten, um zu einer bestimtern Erkäntniß hierin zu gelangen.

Man stelle sich (Fig. 31) vor, ANQI sey der Aequator, dessen Pol P ist; der Aequator werde von der Ecclíptik in zwey Puncten N und I geschnitten, und die Sonne bewege sich in der Ecclíptik nach der

Digitized by Google

Richtung NCIL in der Runde herum, so wird sie in N gar keine Abweichung haben, und wenn N auch das Durchschnittspunct des Aequators und der Ecliptik ist, wo die Sonne im Frühling stehet, so ist es dasjenige, wovon man anfänget, die Grade des Aequators zu zählen, und also ist auch die grade Aufsteigung $=o$. So lange sich nun die Sonne von N nach C beweget, welche Zeit der **Frühling** genant wird, wächset sowohl die Abweichung derselben als ihre grade Aufsteigung. Erstere ist SD und letztere ND, wenn die Sonne in S stehet. Wenn die Sonne in C stehet, ist ihre grade Aufsteigung $90°$ und ihre Abweichung gegen Norden die gröste, und der Schiefe der Ecliptik gleich; Sie höret auf zu wachsen und nimt auf dem Wege von C nach I, welcher Zeitraum der **Sommer** heist, beständig ab, wo ihre grade Aufsteigung $180°$ und ihre Abweichung $=o$ ist. Von I bis L, welche Zeit der **Herbst** ist, wächset ihre südliche Abweichung an, bis in L ihre Abweichung wieder die gröste und der Schiefe der Ecliptik gleich ist, und ihre grade Aufsteigung $=270°$. Von L bis N, und dieser Zeitraum wird **Winter** genant, nimt diese Abweichung wieder ab, bis sie in $N=o$ und die grade Aufsteigung $360°$, oder o wird, da dann die Sonne einen Umlauf in ihrer Bewegung in Ansehung der Aequinoctialpuncte geendiget hat.

§. 209.

In N und I stehet die Sonne im Aequator und beweget sich in der gemeinschaftlichen Bewegung in demselben. Sie muß also auch in der ganzen schiefen Kugel gleich lange über den Horizont und unter denselben zubrin-

Digitized by Google

bringen §. 17. Daher nennet man die Zeit, wenn die Sonne in diesen Puncten stehet, die **Nachtgleiche** (aequinoctium), und besonders die **Frühlingsnachtgleiche**, wenn die Sonne von dem Aequator zur nordlichen Abweichung hinauf steigt; die **Herbstnachtgleiche**, wenn sie vom Aequator zur südlichen Abweichung hinabsteigt. Die Puncte N und I, die Durchschnittspuncte des Aequators und der Ecliptik, werden **Aequinoctialpuncte**, und besonders das Punct N, der **Frühlingspunct**, und I der **Herbstpunct** genant. Sie heissen sonst auch der Anfang des Widders und der Waage. Die Abweichungskreise, welche durch diese beyden merkwürdigen Puncte gehen, werden **Kolure der Nachtgleichen** (coluri aequinoctiorum) genant.

§. 210.

Die Puncte C und L, in welchen die Sonne ihre gröste nordliche und südliche Abweichung erreicht, sind zwey andere merkwürdige Puncte der Ecliptik. In C ist der längste Tag für die Bewohner der nordlichen, und der kürzeste für die Bewohner der südlichen Halbkugel. In L ist es umgekehrt, und die Bewohner der südlichen Halbkugel haben dann den längsten Tag, die Bewohner der südlichen den kürzesten. Man nennet die Zeit, wenn die Sonne in diesen Puncten C und L stehet, die **Sonnenwende** (Solstitium), und die Puncte C und L **Solstitialpuncte**, und zwar das Punct C, wo die Sonne die gröste nordliche Abweichung hat, das **Sommerpunct** oder Anfang des Krebses; die Zeit, wenn die Sonne in C stehet heisset die **Sommersonnenwende**. Das Punct L, wo die Sonne die gröste

Digitized by Google

südliche Abweichung hat, heisset das **Winterpunct**, der Anfang des Steinbocks, und die Zeit, da die Sonne in L stehet, die **Wintersonnenwende**. Die Abweichungskreise durch die Solstitialpuncte, werden **Kolure der Sonnenwenden**, und die Parallelcircul durch diese Puncte **Wendecircul** (tropici), und besonders derjenige durch das Punct C, der **Wendecircul des Krebses**, und der andere durch L, der **Wendecircul des Steinbocks** genant. Die Kolure der Sonnenwenden gehen zugleich durch die Pole des Aequators und der Ecclíptik und schneiden die Kolure der Nachtgleichen senkrecht.

§. 211.

Hierauf haben die Erdbeschreiber eine Abtheilung der Oberfläche der Erde gegründet, die wir sogleich mitnehmen können.

Es sey der kleinere Circul (Fig. 32) die Projection der Oberfläche der Erde, und der größere eine Projection der Weltkugel auf die Kolure der Sonnenwenden; AQ sey der Aequator, P und S dessen Pole, CL die Ecclíptik, E und O derselben Pole, welche sich in der gemeinschaftlichen Bewegung durch VE und OR bewegen, welche Parallele daher auch die Polarcircul genennet werden; CM und TL seyn die beyden Wendecircul. Man giebt denen auf der Erdkugel gleichförmig liegenden Paralleleircul eben dieselben Nahmen, *aq* ist die Linie, *cm* und *tl*, die Wendecircul, *ve* und *or* die Polarcircul, *p* und *s* die Pole.

§. 212.

Aus der Lage dieser Circul auf der Erdkugel und Him-

Digitized by Google

Himmelskugel gegen einander siehet man sogleich, daß allen denjenigen, welche zwischen den Wendecirculn wohnen, die Sonne zweymahl im Scheitelpunct zu stehen komt, einmahl wenn sie von einem Wendecircul zu ihnen komt, und das zweytemahl, wenn sie von ihnen dahin wieder zurück gehet. Dieser ganze Streifen auf der Oberfläche der Erde zwischen den beyden Wendecirculn heisset der heisse Erdstreifen (Zona torrida).

§. 213.

So bald man sich ausser dem heissen Erdstreifen befindet, kan man die Sonne nicht weiter im Scheitelpunct haben, ob sie demselben gleich zu einer Zeit näher als zur andern komt. Je weiter man sich aber von dem Wendecircul gegen den Pol entfernet, desto größer wird auch der Abstand der Sonne vom Scheitelpunct bey ihrer stärksten Annähernng, der Tagscircul der Sonne in derselben wird immer größer, der Nachtcircul kleiner und verschwindet nicht eher ganz, als unter dem Polarcircul. In *e* fällt der Pol der Ecclíptik mit dem Scheitelpunct zusammen und der Tagscircul CM liegt ganz über den Horizont, so daß die Sonne nicht untergehet, wenn sie in C stehet und nicht aufgehet, wenn sie in L ist, weil alsdann der ganze Parallel, in welchem die Sonne gehet, unter dem Horizont liegt. In diesen ganzen Erdstreifen zwischen *cm* und *ve*, imgleichen zwischen *tl* und *or* hat man die Sonne nie zu Mittage im Scheitelpunct und zu Mitternacht im Horizont, oder über denselben. Sie heissen die gemäßigten Erdstreifen (Zonæ temperatæ).

Digitized by Google

§. 214.

Ueber die Polarcircul *ve* und *or* gegen die Pole zu, liegen viele Parallele, in welchen die Sonne bey ihrer Bewegung zu stehen komt, ganz über dem Horizont, und andere ganz unter demselben, daß also die Sonne nicht bey jedem Umlaufe der Weltkugel auf und untergehet. Diese Zeit, welche die Sonne ohne unterzugehen über den Horizont zubringet, wird größer und größer, je mehr man sich den Polen nähert, unter denselben fällt der Aequator mit dem Horizont zusammen, und alle Parallele, in welche die Sonne ihren täglichen Umlauf verrichtet, an einer Seite des Aequators, liegen ganz über dem Horizont, an der andern Seite ganz unter demselben. Sie gehet daselbst die halbe Zeit, welche sie gebraucht, sich durch die Eccliptik zu bewegen, nicht auf, und die andere Hälfte nicht unter. Die beyden Erdstreifen zwischen den Polarcirculn und Polen, werden die kalten Erdstreifen (Zonæ frigidæ) genant.

§. 215.

Auf den Unterscheid der längsten Zeit, welche die Sonne über den Horizont verschiedener Oerter auf dem Erdboden zubringet, hat man noch eine andere Abtheilung der Erde in verschiedene Erdstriche (climata) gegründet. Man zählet von der Linie an, wo der längste Tag 12 Stunden ist, bis an den Polarcircul, wo er grade 24 Stunden ausmacht, 24 Erdstriche, und rechnet also von der Linie an, bis an die erwähnten Circul, alle Oerter der Erde zu einerley Erdstrich, an welchen der Unterscheid in dem längsten Tage nicht über eine halbe Stunde beträgt. Jenseit der Polarcircul rechnet man einen ganzen Mo-

Digitized by Google

Monath Unterscheid in der Zeit, welche die Soune über den Horizont zubringet, auf einen Erdstrich. Und man unterscheidet daher in dem kalten Erdstreifen noch 6 Erdstriche.

§. 216.

Um hiernach eine Abtheilung der Erde zu machen, muß man zuerst überhaupt wissen, wie man, wenn von den dreyen Stücken, der Breite eines Orts, der Abweichung des Parallelcirculs und der Größe des Tagcirculs, zwey Stücke gegeben sind, das dritte finden könne.

Es sey (Fig. 33) Z ein Ort auf der Erde, dessen Scheitelpunct in Z lieget, und HR sey sein Horizont, welcher den Parallelcircul EL in T und O schneidet, so daß OET der Tagcircul, und OLT der Nachtcircul werde. In P sey der Pol, und durch P und Z gehe ein gröster Circul PZHR, welcher also ein Mittagskreis des Ortes Z ist, und daher den Tagcircul in zween gleiche Theile OE und ET schneidet §. 19. Wenn man nun von P und Z nach O die Bogen PO und ZO ziehet, so erhält man das Dreyeck PZO. Darin ist PZ das Complement der Breite des Orts, PO das Complement der Abweichung des Parallels, und ZO allemahl ein Quadrant; der Winkel bey P enthält so viel Grade, als der Bogen des Tagcirculs OE, und ihre Größe bestimt sich gegenseitig. In der Auflösung dieses Dreyecks lieget also auch die Auflösung der Aufgabe: Aus der gegebenen Länge der Zeit, welche ein Weltcörper in einer bekanten Abweichung über den Horizont eines Ortes zubringet, die Breite dieses Orts zu finden. Aus der gegebenen Zeit findet man die Größe des

Bogen

Digitized by Google

Bogen EO in Grade, nach §. 71.; folglich auch den Winkel bey P, aus der bekanten Abweichung hat man PO, und ZO ist allezeit bekant. Man findet daher PZ das Complement der Breite. Die Anwendung dieser Auflösung auf unser gegenwärtiges Vorhaben, lässet sich leicht machen. An dem Orte Z ist nothwendig der längste Tag alsdenn, wenn die Sonne die gröste Abweichung gegen den Pol P hat, der über seinen Horizont liegt. Wenn man daher ihre gröste Abweichung kennet, so hat man die Abweichung des Parallels, in welchem sie sich am längsten Tage beweget, das war PO; aus den längsten Tagen, deren Unterscheide die Erdstriche bestimmen 12 St. 30 M.; 13 St.; 13 St. 30 M.; u. s. f. findet man den Winkel bey P, und daraus die Breite der Oerter für solche Erdstriche. Wir werden gleich die gröste Abweichung der Sonne finden lehren, und dann ist die Aufgabe die Erdstriche von dem Aequator bis zu den Polarcirculn zu finden aufgelöset.

§. 217.

Was nun die Erdstriche jenseit des Polarcirculs betrift, so erhellet blos aus dem Ansehen der Figur, daß alle Parallelcircul zwischen P und R ganz über den Horizont liegen, und daß derjenige, dessen Abstand vom Pol PR ist, grade den Horizont berühre. Es ist aber PR der Breite des Orts Z gleich. So bald also die Sonne eine Abweichung erhält, deren Complement der Breite eines Ortes gleich, oder größer als dieselbe ist, gehet sie während einer Umdrehung der Weltkugel nicht unter. Um also hier die Erdstriche zu bestimmen, muß man wissen, wie lange sich die Sonne

Digitized by Google

Sonne in einer solchen Abweichung erhält, und daher von ihrer Bewegung in der Abweichung unterrichtet seyn, welches die Folge dieses Capittels zeigen wird.

§. 218.

Für die Naturgeschichte kan vielleicht diese Abtheilung der Erdstriche einigen Nutzen haben, im Grunde ist sie von keiner grossen Wichtigkeit, so wenig als die Kunstwörter, welche man ausgedacht hat, die Bewohner der Erde mit gewissen Nahmen zu belegen, die sich auf die Richtung des Schattens, oder gewisse Beziehungen der Länge und Breite der Oerter gegen einander gründen. **Unschattigte** (Ascii) nennet man die Bewohner aller Oerter, denen die Sonne im Scheitelpunct komt, und deren Schatten also dann gar keine Länge hat. **Zweyschattige** (Amphiscii) die ihren Schatten zu Mittage zu einer Zeit gegen Süden zur andern gegen Norden werfen. Beyde wohnen in dem heissen Erdstreifen. **Einschattige** (Heteroscii) sind die, deren Schatten im Mittage nur nach einer Gegend hin fällt, wie in den gemäßigten Erdstreifen geschiehet; **Umschattige** (Periscii), deren Schatten während einer Umdrehung der Weltkugel nach allen Gegenden fallen kan, wie in den kalten Erdstreifen geschiehet, wenn die Sonne daselbst nicht untergehet. **Gegenwohner** (Antœci) heissen die, welche in einerley Breite in entgegengesetzter Länge wohnen. **Nebenwohner** (Periœci), welche in gleicher Breite in einerley Länge wohnen; **Gegenfüsser** (Antipodes), welche in gleicher aber ungleichnahmiger Breite in entgegengesetzter Länge wohnen. Dies sind Nahmen, die man nur

Digitized by Google

nur wissen darf, um zuweilen einen Schriftsteller zu verstehen, der sich ihrer bedient hat, ohne sie zu erklären. Wir kommen nun wieder zu näherer Betrachtung der Bewegung der Sonne.

§. 219.

Wenn man sich von der Bewegung eines Weltcörpers unterrichten will, so muß man die Linie zu kennen suchen, in welcher er sich beweget, und die Geschwindigkeit, mit welcher solches geschiehet. Wenn seine Bewegung aus zween Orten, deren Abstand A und B (Fig. 34) gegen dem Abstand des Weltcörpers ein nicht gar zu kleines Verhältniß hat, beobachtet werden kan, so kan man durch diese Beobachtungen in der Linie, worin er gehet, so viel Puncte C, D, E, F, bestimmen als man will, dadurch die Natur einer solchen Linie entdecken, und seine Geschwindigkeit in den verschiedenen Puncten seiner Bahn ausmachen. In diesem Fall befinden wir uns aber nicht, in Ansehung der Sonne. Der ganze Durchmesser der Erde hat ein gar zu geringes Verhältniß gegen den Abstand der Sonne, als daß man diese Methode geradezu gebrauchen könte. So lange man also nur aus einem Punct ihre Bewegung beobachtet, erhält man nichts, als eine Projection der wahren Bahn der Sonne an der Oberfläche der Weltkugel. So würde ein Weltcörper, welcher sich in der Linie CDEF würklich beweget, aus A gesehen, sich in dem Bogen GH zu bewegen scheinen, und wenn die wahre Linie in sich selbst zurückgienge und das Punct A, welches mit ihr in einer Fläche liegt, einschlösse, so würde diese Projection einen ganzen Circul darstellen, dessen Mittelpunct A ist.

So

Digitized by Google

So ist es mit der Ecclíptik beschaffen. Sie ist nichts anders, als eine Projection der Sonnenbahn an der Weltkugel aus dem Mittelpunct der Erde oder überall von der Erde gesehen, wenn sie als ein Punct betrachtet wird; und eben so ist es mit der Geschwindigkeit der Bewegung der Sonne in der Ecclíptik beschaffen, sie ist allein die scheinbare Geschwindigkeit derselben. Und es ist eben unsere gegenwärtige Absicht aus dem scheinbaren in der Bewegung der Sonne ihre wahre Bewegung herzuleiten. Aber um diese Absicht erreichen zu können, muß die Projection ihrer Bewegung hier umständlicher untersucht werden.

§. 220.

Daß diese Projection einer der grösten Circul der Weltkugel seyn müste, liesse sich aus dem, was eben angeführet worden, erkennen, wenn es nicht bereits §. 25 mit den ersten Beobachtungen, worauf sich solches gründet, angebracht wäre. Es ist auch daselbst zugleich bemerket worden, daß sie den Aequator in zwey entgegengesetzten Puncten schneide. Hier müssen wir nun, um ihre Lage genauer zu bestimmen, die Puncte erforschen, in welchem der Aequator geschnitten wird, und den Winkel, unter welchen es geschiehet.

§. 221.

Zur Untersuchung des erstern, wird eine genaue Beobachtung der Zeit erfordert, da der Mittelpunct der Sonne im Aequator stehet, das ist, der Nachtgleiche.

Wenn man hiebey die Polhöhe des Orts, wo man beobachtet, als bekant annehmen will, so darf man nur um die Zeit der Nachtgleiche, welche man beyläufig

Digitized by Google

läufig weiß, fleißig die Höhe der Sonne beobachten, und nach §. 75. aus diesen Beobachtungen die Abstände der Sonne vom Pol suchen. Wenn man diesen Abstand 90° findet, so war die Zeit der Beobachtung auch die Zeit der Nachtgleiche. Wenn eine dieser Beobachtungen diesen Abstand gröſser, und die andere kleiner als 90° angiebet, so lieget der Zeitpunct der Nachtgleiche zwischen beyden Beobachtungen, und wenn man zu den Unterscheid der Abstände vom Pol, den Unterscheid zwischen den einen Abstand und 90°, und den Unterscheid zwischen den Zeiten der beyden Beobachtungen die vierte Proportionalzahl sucht, so erhält man die Zeit, welche zu der Zeit der Beobachtung, für welche der Abstand des zweyten Gliedes der Proportion gehöret, hinzusetzen muß, wenn sie die erste Beobachtung ist oder abziehen muß, wenn sie die zwote ist, um die Zeit der Nachtgleiche zu erhalten. Ich habe diese Methode mit Fleiß ganz allgemein vorgetragen. Sie wird einfacher, wenn man sich blos der Beobachtung der Sonnenhöhe im Mittagskreis bedienet, weil man denn der Mühe überhoben ist, ein sphärisches Dreyeck zu berechnen §. 76.

§. 222.

Will man aber die Poihöhe des Orts der Beobachtung nicht als bekant annehmen, so vergleiche man die Sonne mit einem Fixstern, dessen Abweichung bekant ist, nach den Methoden §. 78. u. f. verschiedene Tage vor und nach der Nachtgleiche. Aus diesen Beobachtungen findet man die Geschwindigkeit der Bewegung der Sonne in der Abweichung um diese Zeit, und findet daher die Zeit, welche zu

der

Digitized by Google

der Zeit einer Beobachtung hinzu seßen oder davon abnehmen müsse, um den Zeitpunct zu erhalten, da die Abweichung der Sonne grade so groß war, daß der Unterscheid zwischen ihr und der Abweichung des Sterns der leßtern gleich war; und dies ist eben der Zeitpunct, da die Sonne im Aequator stand, das ist, der Nacht gleiche.

§. 223.

Nachdem durch diese Beobachtung die Zeit bestimmt ist, da die Sonne im Aequator stand, kan man aus der Tageszeit noch schliessen, wie weit damals die Sonne und folglich das Punct, wo die Ecclíptic den Aequator schneidet, vom Mittagskreise entfernet ist. Man erkennet daraus zugleich die Zeit, wann es diesen Tag durch den Mittagskreis gegangen ist, und folglich, zu welcher Zeit es jeden andern Tag darin liegt. §. 60. Und dadurch ist dies Punct des Aequators bestimmt ausgemacht. Wenn man nun nur noch die Zeit beobachtet, da ein bekannter Stern durch den Mittagskreis gehet, so findet man die grade Aufsteigung desselben und daraus auch für alle übrige Sterne. §. 61.

§. 224.

Wenn man nach einigen Jahren diese Beobachtung wiederholet, so findet man die Sache ein wenig verändert. Das Durchschnittspunct gehet nicht mehr zu der Zeit durch den Aequator, da es der Rechnung nach geschehen sollte. Der Fixstern, welcher mit selbigem zugleich durch den Mittagskreis ging, folget nun einige Zeit auf dasselbe in diesem Durchgange, und ähnliche Veränderungen findet

Digitized by Google

man an allen übrigen. Eben eine so gemeinschaftliche Veränderung hat auch die Sterne in der Abweichung und Länge betroffen; die Breite allein ist dabey nicht verändert worden. Man konte hieraus nicht anders schließen, als daß entweder die Fixsterne längst der Eccliptic nach der Ordnung der Zeichen fortgegangen seyn, oder daß das Durchschnittspunct des Aequators und der Eccliptik zurückgewichen sey, und auf diese Art gelangte man zur Erkäntniß des jährlichen Zurückweichen der Aequinoctialpuncte von 50,3 Secunden, dessen schon §. 197 u. f. erwähnet worden. Ich werde in der Folge zeigen, daß diese Erscheinung nicht in einer würklichen Bewegung der Fixsterne, sondern in dem Zurückweichen der Aequinoctialpuncte gegründet sey. Hier sollte nur gelehret werden, wie man überall zu ihrer Erkäntniß gelange.

§. 225.

Man kan nun zu jeder Tageszeit wissen, wie weit so wohl das Durchschnittspunct der Eccliptic und des Aequators als die Sonne vom Mittagskreise entfernet ist, und findet daher für jede gegebene Zeit die grade Aufsteigung der Sonne. Wenn man nun die Abweichung der Sonne durch eine der angeführten Methoden beobachtet hat, so hat man in dem bey D (Fig. 31) rechtwinklichten Dreyecke die zween Catheten ND und SD. Man findet daraus den Winkel SND durch Rechnung und gelanget auf diese Art zur Erkäntniß der Schiefe der Eccliptic, welches das zweyte §. 220 angeführte Stück war. Beydes die grade Aufsteigung der Sonne und ihre Abweichung findet man aus jeder beobachteten Sonnen-

höhe,

Digitized by Google

höhe, wenn man die Polhöhe des Orts der Beobachtung vorausſetzt, und aus Vergleichung der Fixſterne, deren Lage gegen den Aequator bekant iſt, ohne dieſe Vorausſetzung.

§. 226.

Es iſt dies wiederum eine Methode, die für alle Zeiten gemein iſt, und welche einfacher wird, wenn ſie am Tage der Sonnenwende im Mittagskreiſe gemacht wird. Alsdenn giebt die Abweichung der Sonne allein die Schiefe der Ecciptic und man hat nicht nöthig ein ſphäriſches Dreyeck aufzulöſen. Es hindert nicht, wenn die Sonnenwende eben nicht genau im Mittage einfällt. Da die Eccliptik in dieſen Puncten mit den Wendecirculn zuſammenfällt, ſo liegt ſie daſelbſt dem Aequator in einem kleinen Theile beynahe parallel und die Veränderung der Sonne in der Abweichung iſt daher um die Zeit ſehr geringe. Man kan aber auch dieſen Irrthum dadurch geringer machen, wenn man einige Tage vor und nach der Sonnenwende die Abweichung der Sonne ſucht und dann durch eine Interpolations-Methode ihre gröſte Abweichung erforſchet. Dieſe Methode führet zur gröſten Genauigkeit, wenn ſie in zwoen auf einander folgenden Sonnenwenden im Sommer und Winter angebracht wird. Die Summe beyder erhaltenen Abweichungen oder der Unterſcheid der mittäglichen Sonnenhöhen, wenn man dieſe beobachtet hat, giebt die Schiefe der Eccliptic doppelt, und man findet ſie ſelbſt daraus ohne Mühe. Auf dieſe Art fand Delacaille die Schiefe der Eccliptic 23° 28′ 20″.

Digitized by Google

§. 227.

Es ist um so viel nöthiger auf diese Bestimmung alle nur zu erdenkende Aufmerksamkeit anzuwenden, um endlich die Frage zu entscheiden, welche noch bis jetzt einigen Astronomen nicht ganz ausgemacht zu seyn scheinet, ob nämlich die Schiefe der Eccliptic abnehme. Alle Vergleichungen älterer und neuer Beobachtungen fordern, daß man sie bejahe und man findet diese Abnahme ungefähr eine Minute in 130 bis 140 Jahren. Selbst die Theorie stimmet mit den Beobachtungen überein und gleichwohl wird diese Abnahme noch nicht durchgängig angenommen, so wenig will man sich in Bestimmung so kleiner Grössen auf ältere Beobachtungen verlassen.

§. 228.

Ich habe bemerket, daß die Bewegung der Sonne in der Abweichung zur Zeit der Sonnenwende ungemein langsam sey, und eben deswegen kan man die Zeit der Sonnenwende aus Beobachtung ihrer grösten Abweichung nicht mit Zuverlaß bestimmen. Die Veränderung der Abweichung der Sonne macht um diese Zeit auf einen ganzen Tag nicht mehr aus, als 12 bis 13 Secunden. Ein Irrthum von dieser Größe würde daher den Zeitpunct der Sonnenwende um einen ganzen Tag verrücken. Zu dieser Bestimmung ist die Bewegung der graden Aufsteigung der Sonne geschickter. Sie beträgt gegen 56 Minuten in einem Tage und man weiß, daß sie in dem Zeitpunct der Sonnenwende im Sommer 90° und im Winter 270° seyn muß. Wenn also die grade Aufsteigung der Sonne kurz vor und nach der Sonnenwende gesucht wird, so findet man ihre

Digitized by Google

ihre Bewegung in der graden Aufsteigung und nach den nun so oft angeführten Methoden, wie viel man zu der Zeit der ersten Beobachtung hinzusetzen oder von der zwoten abziehen müsse, um den Zeitpunct der Sonnenwende genau zu erhalten.

§. 229.

Beobachtungen, welche sich auf unmittelbare Messungen der Bogen durch gute Werkzeuge beziehen, sind allemahl zuverläßiger, als diejenigen, wobey die Größe der Bogen vermittelst der Zeit bestimt werden. Eine Zeitsecunde Irrthum verursachet einen Fehler von 15 Secunden in der Bestimmung der Größe des Bogen. §. 60. Daher hat man gesucht den Zeitpunct der Sonnenwende aus Beobachtungen herzuleiten, bey welchen eine unmittelbare Messung der Circulbogen angewendet werden kan. Es ist aber ausgemacht, daß die Zeiten, in welchen die Sonne vor und nach der Sonnenwende eine gleiche Abweichung hat, auch gleich weit von dem Zeitpunct der Sonnenwende entfernet sind. Wenn man also zween solche Zeitpuncte genau bestimmt, wenn die tägliche Veränderung in der Abweichung noch groß genug ist, und die Hälfte der Zwischenzeit zu der Zeit der ersten Beobachtung hinzusetzt oder von der Zeit der letztern Beobachtung wegnimmt, so wird dadurch der Zeitpunct der Sonnenwende aufs genaueste bestimmt.

§. 230.

Vermöge der bisher angestellten Betrachtungen sind wir also in den Stand gesetzt, die Lage der Ecliptic gegen den Aequator genau auszumachen und zugleich zu bestimmen, wenn sich die Sonne in den

Digitized by Google

fürnehmsten Puncten in Absicht auf diese Lage befindet. Eben diese Käntniß der Lage der Ecclipticwird uns nun auch dazu dienen, die Geschwindigkeit der scheinbaren Bewegung der Sonne in jedem Puncte der Eccliptic zu finden. Man findet nun zuerst für ein jedes Punct der Eccliptic aus der bekanten Schiefe der Eccliptic die dazu gehörige grade Aufsteigung und Abweichung, wie in dem Dreyecke SND aus der Seite SN und dem Winkel SND die Seiten ND DS, imgleichen den Winkel NSD, welchen die Eccliptic in jedem Puncte mit dem dadurch gehenden Abweichungskreise oder Mittagskreise macht. Die astronomischen Tabellen enthalten gewöhnlich diese Ausrechnungen für alle Grade der Eccliptic.

§. 231.

Wenn man nun mit einiger Aufmerksamkeit die Lage der Eccliptic und des Aequators betrachtet und die Bewegung der Sonne in der Eccliptic mit ihrer Bewegung in der graden Aufsteigung vergleicht, so wird aus dem bloßen Ansehen der Figur begreiflich werden.

1. Daß die Länge der Sonne in den ersten 3 Zeichen von N bis C allezeit größer sey, als ihre grade Aufsteigung, bis sie in C einander gleich werden wenn man ihre Bewegung durch NC gleichförmig setzt. Die Länge der Sonne NS ist in einem Dreyecke, in welchem keine Seite größer ist, als ein Quadrant, die Hypothenuse und die grade Aufsteigung die Cathete. Eben dieses findet auch im sechsten, siebenten und achten Zeichen stat, wenn sich die Sonne in der Ecclipti von I nach L beweget. Auch da ist I*m* allezeit größer als I*r* und daher auch die Länge der Sonne, welche dem Bogen NCI*m* gleich ist, größer als die grade Aufsteigung der wahren Sonne, welche den Bogen NAI + I*r* oder NCI + I*r* gleich ist. 2.

Digitized by Google

2. In den folgenden drey Zeichen von C bis I ist die Länge der Sonne NC*s* kleiner als die grade Aufsteigung, weil NC*s*+*s*I=NA*d*+*d*I und *s*I > *d*I ist. Man findet eben so, daß die Länge der Sonne in den drey letzten Zeichen kleiner als die grade Aufsteigung der wahren ist. Denn NCILR+RN=NAIQM+MN und RN > NM.

Hierauf gründet sich zum Theil die Zeitgleichung wovon §. 70 geredet ist und ihre Anwendung, welche in der Folge noch weiter zergliedert werden soll. Unter den astronomischen Tabellen findet man auch eine, welche den Unterscheid zwischen der Länge jedes Grades der Ecliptic und seiner graden Aufsteigung angiebet.

§. 232.

Man kan aber aus dem Dreyecke NDS nicht allein aus der gegebenen Länge der Sonne die übrigen darin liegenden Stücke berechnen, sondern man kan solches auch umkehren und aus der gegebenen graden Aufsteigung derselben oder ihrer Abweichung die Länge derselben finden, und dadurch zur Käntniß der Geschwindigkeit gelangen, welche sie in jedem Puncte der Ecliptic hat. Wenn man aus dergleichen Beobachtungen, die mit Fleiß angestellet sind, die wahre Länge der Sonne berechnet, so findet man, daß ihre Geschwindigkeit nicht an allen Orten der Ecliptik gleich ist. Sie leget zuweilen einen Grad in ihrer Länge und zuweilen weit weniger in 24 Stunden zurück. Man konte desto weniger verfehlen, diese Ungleichheit zu bemerken, wenn man bloß die Zeit zwischen den Nachtgleichen mit einander verglich. Die Zeit von den Frühlings bis zur Herbstnacht-

Digitized by Google

gleiche ist acht Tage länger, als die von der Herbst- bis zur Frühlingsnachtgleiche. Man hat daher auch diese Ungleichheit der Geschwindigkeit in der Bewegung der Sonne in verschiedenen Puncten der Ecliptic längst erkannt.

§. 233.

Wenn man diese Ungleichheit bestimmter betrachtet, so wird man gewahr werden, daß die Bewegung der Sonne gleich nach der Sonnenwende im Sommer am langsamsten sey. Ihre Länge nimmt dann in 24 Stunden nur 57 Min. 12 Sec. zu. Von dieser Zeit an nimmt ihre Geschwindigkeit täglich zu, bis sie bald nach der Sonnenwende im Winter am grösten ist, da die Sonne in 24 Stunden 1 Gr. 1 Min. 12 Sec. durchläuft. Von dieser Zeit an nimmt sie auf die Art wieder ab, wie sie vorher zugenommen.

§. 234.

Eben dergleichen periodischen Veränderungen, welche noch dazu mit der Geschwindigkeit der Sonne genau zusammenhängen, findet man auch an der Größe der Sonne. Ihr Durchmesser ist am kleinsten und nach den genauesten Messungen nur 31 Min. 30 Sec., wenn die Bewegung der Sonne am langsamsten ist. So wie die Geschwindigkeit der Bewegung zunimmt, so wächset auch die Größe des Durchmessers der Sonne bis zu 32 Min. 35 Sec., wenn ihre Bewegung am geschwindesten ist. Von der Zeit an wird er kleiner, so wie die Geschwindigkeit wieder abnimmt.

§. 235.

Digitized by Google

§. 235.

Man siehet die Folgen sogleich, welche man unmittelbar aus diesen Beobachtungen zu ziehen gezwungen ist. Aus der ersten allein würde folgen, daß die Bewegung der Sonne in der Eccliptic entweder nicht gleichförmig sey oder die Erde sich nicht in ihrem Mittelpuncte befinde. Aus der andern folget unstreitig, daß die Sonne der Erde näher komme, und sich wiederum von ihr entferne, und die Erde daher unmöglich in dem Mittelpuncte der Bahn der Sonne stehen könne. Und dies alles war schwer mit gewissen Vorurtheilen zu reimen, welche sich überall ausgebreitet hatten. Man glaubte, daß die Erde nothwendig in dem Mittelpuncte der Welt und jeder Bewegung stehen müsse, und man fand, ich weiß nicht, was für Regeln der Vollkommenheit, in der gleichförmigen Bewegung der Weltcörper und in der Circullinie ihrer Bahnen zu finden, denen der Schöpfer bey der Anlage der Welt hatte folgen müssen. Vielleicht lagen in dem Vorurtheile, daß der Mensch die Hauptabsicht bey der Schöpfung gewesen und in der geringen Einsicht in die Wahrheiten der Geometrie und Mechanik die Quellen dieser Irrthümer, welche nur durch die deutlichsten Beobachtungen gestürzet werden konten.

§. 236.

Die Beobachtungen über die Veränderungen der Größe des Sonnendurchmessers waren zu einleuchtend, als daß man die Erde länger in dem Mittelpuncte der eigentlichen Sonnenbahn bleiben lassen konte. Man war also damit zufrieden, daß man sie nur in dem Mittelpuncte der Welt und der Projection

Digitized by Google

ction der Sonnenbahn, der Eccliptik, erhalten konte und nahm also, wie nothwendig geschehen muste, für die eigentliche Bahn der Sonne ein anderes Mittelpunct an, wobey man gleichwohl die Circullinie für die Bahn der Sonne behielte. Hiedurch ward die Bahn der Sonne ein für die Erde eccentrischer Circul, und man befand sich dadurch im Stande, diese Erscheinungen wenigstens im allgemeinen zu erklären.

§. 237.

Man setze also in T (Fig. 35) stehe die Erde im Mittelpuncte der Eccliptic, mit welcher der Circul FNGL concentrisch ist; C sey der Mittelpunct der wahren Sonnenbahn FAGP, welche den Circul FNGL in G und F schneidet. Man ziehe durch TC die grade Linie AP, so ist TA die gröste und TP die kleinste Linie, welche von T nach den Umkreis der Sonnenbahn gezogen werden kan, und die Sonne wird in A den gröſten Abstand von der Erde und in P den kleinsten haben. Die Linie, welche die Puncte der gröſten und kleinsten Entfernung verbindet, heisset die **Apsidenlinie**; Der Abstand der Erde von dem Mittelpunct der Sonnenbahn, die **Eccentricität**; Das Punct A, wo die Sonnenbahn am weitsten von der Erde entfernet ist, die **Erdferne** (Apogaeum); Das Punct P, in welchem die Sonne der Erde am nächsten stehet, die **Erdnähe** (Perigaeum). So wie sich nun die Sonne von A nach P beweget, kommt sie der Erde immer näher und ihr scheinbarer Durchmesser muß daher wachsen, bis sie in P anlanget, wo sie der Erde am nächsten und ihr Durchmesser am gröſten ist. Von P nach A entfernet

Digitized by Google

net sie sich eben so wieder von der Erde und damit muß zugleich der scheinbare Durchmesser der Sonne abnehmen. Vermittelst eines solchen eccentrischen Circuls kan also das Wachsen und Abnehmen des Sonnendurchmessers im allgemeinen erkläret werden.

§. 238.

Er ist aber auch eben so geschickt, der eccentrische Circul, die Veränderung in der Geschwindigkeit der Bewegung der Sonne überhaupt vorzustellen. Man nehme in den Theilen des Umkreises der Sonnenbahn, welche ausserhalb des Circuls FNGL und innerhalb desselben liegen, zween gleich große Bogen BD, so wird der Winkel BTD kleiner als BCD seyn, wenn BD ausserhalb des erwähnten Circuls liegt. Man verlängere, um dies einzusehen, BT bis in E, und ziehe ED, so ist

$$BTD = TED + TDE$$

weil nun $TD > TE$ ist, so ist auch $TED > TDE$ und daher $BTD < 2TED$ und weil $BCD = 2TED$ ist, so muß $BTD < BCD$ seyn.

Auf selbige Art beweiset man, daß für den innerhalb der Sonnenbahn liegenden Bogen BD, der Winkel BTD größer, als BCD sey. Nachdem man auch hier BT bis in E verlängert und ED gezogen hat, so findet man auch hier $BTD > TED + TDE$ und da $TED < TDE$ ist, weil $TD < TE$ ist, so ist $BTD > 2TED$, das ist, größer als BCD.

§. 239.

So lange daher $TD > TE$ ist, und das findet durch den ganzen Theil der Sonnenbahn FAG stat, ist auch BTD kleiner als BCD; und wenn TD kleiner

Digitized by Google

ner als TE ist, so ist BTD größer als BCD und dies findet durch den Theil der Sonnenbahn GPF seine Anwendung. Nun wird die Geschwindigkeit, mit welcher die Sonne einen Bogen von der Größe BD durchläuft in T aus dem Winkel BTD und in C aus dem Winkel BCD geschlossen. Da nun BCD für gleiche Bogen allenthalben gleich groß seyn muß, so erhellet daraus, daß die Geschwindigkeit der Bewegung der Sonne in dem Bogen der Sonnenbahn FAG kleiner und in dem Bogen FPG größer, aus T gesehen, scheinen müsse.

§. 240.

Auf einer ganz ähnlichen Art lässet sich beweisen, wenn BD immer einerley Größe behält, daß der Winkel BTD desto kleiner sey, je näher der Bogen BD an das Punct A lieget, und desto größer je weiter er davon entfernet ist, das ist, je näher dieser Bogen nach P lieget. Hieraus aber folget, wenn man gleich annimmt, daß die Sonne sich gleichförmig durch eine Circulperipherie beweget, daß ihre scheinbare Bewegung aus T dennoch ungleich seyn müsse; daß sie in A am langsamsten sey, und daß die Geschwindigkeit der scheinbaren Bewegung zunehme, wenn sich die Sonne von A entfernet, doch so, daß sie allezeit von A bis F kleiner sey, als die Geschwindigkeit der gleichförmigen Bewegung der Sonne in ihrer Bahn, aus C gesehen; daß über F hinaus die scheinbare Geschwindigkeit der Sonne größer werde, als die Geschwindigkeit der gleichförmigen Bewegung aus C; daß ihre Geschwindigkeit von F bis P beständig wachse und von P nach G wieder abnehme, doch so, daß sie immer größer bleibe,

als

Digitized by Google

als die Geschwindigkeit der gleichförmigen Bewegung; daß endlich über G hinaus auf dem Wege von G nach A die scheinbare Geschwindigkeit aus T kleiner, als die Geschwindigkeit der gleichförmigen Bewegung aus C werde, bis sie in A wiederum die kleinste wird.

§. 241.

Da in den Puncten F und G der Uebergang geschiehet von einer Geschwindigkeit, welche kleiner ist, als die gleichförmige aus C, zu einer solchen, die größer ist, als dieselbe, so siehet man zugleich, daß diese Geschwindigkeit in diesen Puncten der gleichförmigen aus C gleich seyn werde. Man nennet sie die mittlere Geschwindigkeit, die Bewegung selbst die mittlere Bewegung, und den Abstand der Sonne von der Erde in diesen Puncten ihren mittlern Abstand, weil in der That $\frac{TA + PT}{2} = CF$ oder TF ist.

§. 242.

Es kommt, wie aus dieser Betrachtung erhellet, bey der verschiedenen Geschwindigkeit der Bewegung der Sonne alles auf ihren Abstand von den Puncten A oder P in ihrer Bahn an. Gewöhnlich rechnet man diesen Abstand von A an und zählet den ganzen Circul in einem fort. Man nennet den Abstand der Sonne von der Erdferne, die Anomalie, und da ihre Größe nach dem Winkel bey C oder T beurtheilet werden kan, so nennet man diese Anomalie, die mittlere, wenn das erstere geschiehet, und wenn das letztere stat findet, die wahre. Der Unterscheid

scheid zwischen beyden, das ist der Winkel an der Sonne, welcher durch die Linien eingeschlossen wird, die von der Sonne nach C und T gezogen werden können, heißt die Gleichung des Mittelpuncts. Wenn die Sonne in B stehet, so ist ACB die wahre, ATB die mittlere Anomalie und CBT die Gleichung des Mittelpuncts.

§. 243.

Der eccentrische Circul ist also geschickt, die Ungleichheiten, welche man so wohl in der Größe des Sonnendurchmessers, als in der Geschwindigkeit ihrer Bewegung findet, im allgemeinen vorzustellen. Ich sage mit Fleiß, im allgemeinen. Wenn man aus genauen Beobachtungen diese Ungleichheiten gegen einander hält, so lässet sich daraus erkennen, daß die Circullinie nicht die Eigenschaften habe, welche diese nähere Bestimmungen für die Bahn der Sonne fordern. Es ist aber meine Absicht gegenwärtig nur, die Methoden begreiflich zu machen, wodurch man zur Erkäntniß der Hauptstücke gelangen kan, welche man zu wissen unumgänglich nöthig hat, um die Lage der Sonne für jede gegebene Zeit zu finden und dazu reichet der eccentrische Circul aus. In der Folge wird eben diese Erkäntniß weiter und selbst zu den mechanischen Gründen der Bewegung der Weltcörper führen, und dann werde ich die eigentlichen Linien bestimmen, die ihre Bahnen ausmachen.

§. 244.

Das erste, worauf man also bey dieser Bewegung zu sehen hat, ist die Lage der Apsidenlinie und die Zeit, in welcher die Sonne durch die Erdferne oder

Erd-

Digitized by Google

Erdnähe gehet. Wenn man genau genug beobachten könte, um jeden Unterscheid in der Geschwindigkeit zu bemerken, so dürfte man die Sonne mit seinen Beobachtungen nur beständig verfolgen und die Zeit und ihre Lage bemerken, wenn sie die gröste oder kleinste Geschwindigkeit hat, so wäre beydes gefunden. Allein wir sind hier nicht in dem Falle. Der Unterscheid der Geschwindigkeit in der Bewegung der Sonne ist in kleinen Zeiten nicht groß und nahe an den Puncten, wo sie die gröste oder kleine Geschwindigkeit erreichet, muß er unmerklich werden, wie bey allen Größen dieser Art, und deswegen muste man auf andere Methoden denken, um das gesuchte genau genug zu finden.

§. 245.

Wenn man die Sonne in zwey entgegen gesetzten Puncten ihrer Bahn B und E dergestalt beobachtet hat, daß man die Zeit weiß, welche sie auf dem Wege BPE und danächst auf EAB zugebracht hat, so muß man nothwendig gewahr werden, daß die erstere Zeit, in welcher sie durch die Erdnähe P gegangen, kleiner sey, als die letztere, da sie den Bogen EAB zurückgeleget, in welchem die Erdferne liegt. Man siehet dies bloß daraus, weil ihre Geschwindigkeit im ersteren Falle durch den ganzen Bogen FE größer als die mittlere gewesen und im andern Fall durch einen kleinern Bogen EG; durch den Bogen FE hat sie alle Grade der Geschwindigkeit und überdem noch größere, als durch den Bogen EG gehabt. Dagegen ist ihre Geschwindigkeit nur durch BF langsamer, als die mittlere im ersten Falle gewesen. Aber im andern Falle ist sie durch den größern

Bogen

Digitized by Google

Bogen GB, langsamer gegangen worin die Grade der Geschwindigkeit eben so klein sind, als in BF und der überdem noch kleinere Grade derselben enthält. Dies ist alles aus demjenigen klar, was §. 240 angeführet worden, und ein kleines Nachdenken zeiget, daß eben die angeführten Umstände allezeit stat finden, so lange BE nicht mit der Apsidenlinie zusammenfällt. Ueberdem ist der Bogen EAB allezeit größer als BPE, selbst in der Linie, welche in der Folge für die wahre Bahn der Sonne ausgemacht wird. Man kann also überhaupt sagen, daß die Zeit welche die Sonne auf die beyden Bogen zwischen zwey entgegengesetzten Puncten der Ecclíptik zubringt, verschieden, und besonders diejenige, in welcher sie durch die Erdferne gegangen länger sey, als die andere, in welcher sie durch die Erdnähe gegangen. Hieraus wird es nun begreiflich seyn, warum die Zeit von der Frühlings- bis zur Herbstnachtgleiche länger seyn konte, als die Zeit von der Herbstnachtgleiche bis zum Frühling, wie §. 232 angeführet worden.

§. 246.

Hierauf gründet sich eine fürtrefliche Methode die Lage der Apsiden und die Zeit des Durchganges der Sonne durch die Erdferne zu finden. Nachdem man während der Bewegung der Sonne durch ihre ganze Bahn die Sonne mit Fleiß beobachtet und daraus ihre Länge hergeleitet hat, suchet man diejenigen aus, welche in entgegenstehenden Puncten gemacht worden, wie in B und E, und vergleichet die Zeiten, welche sie gebraucht hat, beyde Bogen BPE und EAB zurück zu legen. Findet man darunter solche zwo Beobachtungen, wofür diese Zeiten gleich groß

Digitized by Google

groß sind, so ist die Linie BE selbst die Apsiden-Linie. Denn ausser dem Falle kan sich solches nicht zutragen. Da man dann leicht siehet, welches von beyden Puncten die Erdferne ist, aus der Geschwindigkeit, welche die Sonne in beyden Orten hatte. Die Länge dieses Puncts giebt die Länge der Erdferne und die Zeit, da die Sonne in solchem Puncte lag, die Zeit ihres Durchganges durch die Erdferne. Wenn man aber dergleichen Beobachtungen nicht findet, so suche man zwo solche aus, für welche der erwähnte Unterscheid sehr klein ist. Je geringer er ist, desto näher liegen diese Puncte der Apsidenlinie und desto vortheilhafter ist solches für die gegenwärtige Untersuchung. Gesetzt H und I wären dergleichen Puncte, und man habe gefunden, daß die Zeit länger sey, welche die Sonne auf HFI zugebracht hat, als die, welche sie durch IGH sich zu bewegen gebraucht, so siehet man, daß die Sonne in H die Erdferne und in I die Erdnähe noch nicht erreicht habe, sondern von derselben noch um den Winkel HΓA=ITP entfernet gewesen. Man muß also suchen die Größe dieses Winkels zu finden.

§. 247.

Weil vorausgesetzt worden, daß die Puncte H und I nahe an der Apsidenlinie liegen, so kan man die Bewegung der Sonne durch HA und IP gleichförmig annehmen und zwar durch HA mit der in H beobachteten Geschwindigkeit und durch IP mit der Geschwindigkeit in I. Dann verhält sich aber die Zeit, in welcher die Sonne durch HA gehet, zu der Zeit, welche sie auf IP gebraucht, wie die Geschwindigkeit in I zur Geschwindigkeit in H. Wenn man

Digitized by Google

also die Zeit, welche die Sonne auf HA zubringet, t nennet, C die Geschwindigkeit in I und c die Geschwindigkeit iu H; so ist die Zeit, welche sie auf IP zubringet $= \frac{tc}{C}$. Weil nun HFI um HA—IP größer ist, als ein halber Circul, so ist die Zeit, welche die Sonne auf den Bogen HFI zubringet, größer, als die, welche sie auf den halben Circul oder AFP zubringet, um die Zeit, welche sie gebraucht, durch HA — IP zu gehen, das ist um $t - \frac{tc}{C} = \frac{Ct - ct}{C}$. Eben diese Größe erhält man doppelt, wenn man die Zeit, welche die Sonne gebraucht hat, durch IGH zu gehen, von der abziehet, in welcher sie HFI zurückgelegt hat. Den grade so viel als die eine dieser Zeiten größer ist, als diejenige, welche die Sonne gebraucht, durch AFP zu geben, so viel ist die andere kleiner. Und wenn die Hälfte dieses beobachteten Unterscheides d ist, so hat man $d = \frac{Ct - ct}{C}$ und daher $t = \frac{Cd}{C - d}$. Wenn man nun diese gefundene Zeit zu derselben Zeit, da die Sonne in H stand, hinzusetzet, so hat man die Zeit, da die Sonne durch die Erdferne gegangen, und wenn man für eben diese gefundene Zeit mit der Geschwindigkeit in H die Bewegung der Sonne berechnet, und das gefundene zu der Länge des Puncts H hinzusetzt, so hat man die Länge der Erdferne.

§. 248.

Ich habe bey dieser Untersuchung angenommen, daß man zwo Beobachtungen aus solchen Puncten I und

Digitized by Google

und H habe, welche sich in der Länge ganz entgegengesetzt sind, und dies findet im genauesten Verstande selten stat. Es ist aber nicht schwer, zu sehen, wie man es zu machen habe, wenn die eine Beobachtung etwa in K und die andere in I fiele, deren Längen sich nicht völlig entgegengesetzt sind. Da aus diesen Beobachtungen der Winkel KTH bekant ist, und man aus der Beobachtung in H auch die Geschwindigkeit kennet, welche die Sonne in diesem Puncte hat, so findet man die Zeit, welche sie gebraucht, diesen Winkel zurück zu legen, denn weil er nur klein seyn kan, so kan man die Bewegung durch denselben für gleichförmig annehmen. Man hat also die Zeit, da die Sonne eine dem Puncte I entgegengesetzte Länge gehabt. Ich führe keine andere Methoden an, zu diesen Bestimmungen zu gelangen. Man findet deren eine Menge in den astronomischen Werken, und wenn die Sache einmahl gefaßt worden, ist es nicht schwer, selbst darauf zu verfallen. Das einzige merke ich nur an, daß, wenn auf die beschriebene Art die Lage der Erdferne für verschiedene Zeiten gesucht wird, ein beträchtlicher Unterscheid in der Lage der Erdferne gefunden wird, um welchen sie nach der Ordnung der Zeichen fortgerückt ist. Man hat ihre jährliche Bewegung aus Beobachtungen, welche der Zeit nach sehr weit von einander entfernet sind, sehr genau zu 65 Min. 5 S. bestimmt. Eine Bewegung, welche so klein ist, kan für gleichförmig gehalten werden und man findet daher die Lage der Apsidenlinie für jede Zeit, wenn man sie für eine einzige weiß.

Digitized by Google

§. 249.

Wenn man einmahl die Zeit des Durchganges der Sonne durch die Erdferne weiß, so kan man ihren Abstand von derselben, für jede andere gegebene Zeit finden, wenn die Zeit bekant ist, welche sie zubringet einmahl ihren ganzen Umlauf in Ansehung der Erdferne zu vollenden. Da die mittlern Anomalien sich wie die Unterscheide der Zeiten, zu welchen sie gehören, von der Zeit des Durchganges durch die Erdferne verhalten, so verhält sich die Zeit ihres ganzen Umlaufs in Absicht der Erdferne zu der Zwischenzeit von einem Durchgange durch die Erdferne bis zu der gegebenen wie 360 Grade, zu der mittlern Anomalie für die gegebene Zeit. Es ist daher von Wichtigkeit, die Zeit zu bestimmen, in welcher die Sonne einen Umlauf in ihrer Bahn vollendet.

§. 250.

Es ist schon aus dem vorigen bekant, daß die Aequinoctialpuncte jährlich um 50, 3 Secunden zurückweichen oder die Länge der Fixsterne um diese Größe zunimmt. §. 224. Hieraus folget, daß der Umlauf der Sonne in Ansehung der Aequinoctialpuncte ehe vollendet werde, als in Ansehung der Fixsterne; und da wir eben gesehen haben, daß die Länge der Erdferne jährlich noch mehr, nämlich 65, 5 Secunden größer wird, so wird der Umlauf der Sonne in Ansehung der Erdferne noch eine längere Zeit währen, als in Ansehung der Fixsterne. Wenn man überhaupt den Umlauf der Sonne ein Jahr nennet, so hat man in der Astronomie also drey verschiedene Jahre zu bemerken. Den Umlauf der Sonne in

An-

Digitized by Google

Ansehung der Aequinoctialpuncte oder Länge, in Ansehung der Fixsterne, und in Ansehung der Erdferne oder der Apsidenlinie. Man nennet den erstern das tropische; den zweeten das Sternjahr; den dritten das anomalische Jahr. Das erstere wird im gemeinen Leben gebraucht, indem davon die Jahrszeiten abhängen. Man gelanget zur Erkäntniß der Länge eines jeden Jahres dadurch, daß man die Zeiten bemerket, in welchen die Sonne unmittelbar auf einander einerley Abstand von demselben Aequinoctialpuncte, von demselben Fixsterne und von der Erdferne hat. Die Zwischenzeiten geben die Länge der verschiedenen Jahre. Indessen sind hiebey Vorsichtigkeiten zu beobachten, die ich sogleich anführen werde.

§. 251.

Zuerst ist bey diesem Verfahren überhaupt zu merken, daß man diese Bestimmung mit dem ganzen Fehler der Beobachtungen erhält, wenn man sie aus Beobachtungen sucht, welche nur einen Umlauf fassen. Man kan aber zu eben den Zweck gelangen, wenn man die Zwischenzeit zwoer solcher Beobachtungen, wie sie §. 246 beschrieben sind und welche mehrere Jahre fassen, durch die Anzahl der Jahre theilet. Der Quotient giebt die Dauer eines Umlaufs und wenn die Fehler der Beobachtungen gleich sind, so verhalten sich die Irrthümer, welche daraus in Bestimmung der Zeit des Umlaufs erwachsen, umgekehrt, wie die Anzahl der zwischen den Beobachtungen verflossenen Jahre. Dies kan man hier für alle dergleichen Untersuchungen merken.

Digitized by Google

§. 252.

Danächst hat man für die Untersuchung der Länge des tropischen Jahres noch eine besondere Vorsichtigkeit anzuwenden. Wenn die Apsidenlinie sich in Ansehung der Aequinoctialpuncte gar nicht bewegete, so würde es einerley seyn, ob die Beobachtungen aus welchen die Länge des Jahrs hergeleitet wird in S oder H (Fig. 36), oder jedem andern Puncte der Bahn der Sonne gemacht wären. Die Zeit eines Umlaufs würde doch allemahl gleich groß gefunden werden. Wenn sich aber die Apsidenlinie während der Beobachtungen aus AP nach *ap* bewegt hätte, so würden die Umläufe von H aus gerechnet nicht einerley Grade der Geschwindigkeit mit denen von S aus gerechnet haben. Der erstern fehleten die Grade der Geschwindigkeit von H nach R, der andern die Grade von S nach Q. Der erstern fehlen also kleinere Grade der Geschwindigkeit, als der letztern und die Zeit eines Umlaufs würde daher nach der erstern Beobachtung aus H kürzer, als nach den Beobachtungen aus S gefunden werden. Wenn man sich nur die Verbindung vorstellet, in welcher die Geschwindigkeit der Bewegung der Sonne mit dem Abstande von der Erdferne stehet, so wird die Richtigkeit aller dieser Sätze eingesehen werden. Um also die mittlere Größe der Jahreslänge zu finden, welche eigentlich gesucht wird, muß dieselbe aus Beobachtungen in F oder G gesucht werden; oder man muß sie zugleich aus den Beobachtungen in zwey entgegengesetzten Puncten H und I zweymahl suchen, so daß die Beobachtungen in H und I beyde mahl unmittelbar auf einander folgen, und aus beyden Bestimmungen das Mittel nehmen.

§. 253.

Digitized by Google

§. 253.

Mit dieser angewandten Vorsichtigkeit bestimmet Delacaille aus den Sonnenwenden die Länge des Jahrs so genau, als es sonst nur aus den Nachtgleichen geschehen. Das Mittel aus den Vergleichungen der Sommersonnenwenden von 1488 und 1752 geben die Länge des tropischen Jahres

365 Tage 5 St. 48 M. 49 Sec.

und daraus erhält man für die tägliche mittlere Bewegung 59 M. 8 Sec. wie sie §. 68 angeführet worden.

§. 254.

Da die Länge der Fixsterne in einem tropischen Jahre 50, 4 Sec. größer wird, so wird das Sternjahr 20 M. 25 Sec. größer als ein tropisches Jahr seyn, denn so viel Zeit gebraucht die Sonne, einen solchen Bogen zurück zu legen. Ein Sternjahr enthält daher

365 Tage 6 St. 9 M. 14 Sec.

§. 255.

Endlich gebraucht die Sonne 26 Min. 35 Sec. Zeit einen Bogen von 65, 5 Sec. durch zu laufen und da die Länge der Erdferne während eines tropischen Jahrs so viel größer wird, muß das anomalische Jahr auch so viel länger werden als das tropische. Seine Dauer ist

365 Tage 6 St. 15 M. 24 Sec.

§. 256.

Uebrigens giebt es in der Natur Ursachen, welche die Dauer des Jahrs zuweilen länger und zuweilen kürzer machen. Sie liegen in den Würkungen

Digitized by Google

der Weltcörper auf einander und können nur dann erst begreiflich gemacht werden, wenn das Gesetz, nach welchen sie ihre Kräfte äussern, erkläret werden. Für meine gegenwärtige Absicht ist das angeführte hinreichend.

§. 257.

Nachdem einmahl die Länge der Erdferne für eine gewisse Zeit gefunden und ihre jährliche Bewegung ausgemacht ist, so kan man ihre Länge für jede andre Zeit finden, und wenn man einmahl die mittlere Länge der Sonne für eine Zeit weiß, so findet man sie für jede andere, nachdem ihre mittlere Bewegung nunmehr bekannt ist. Wenn man von der mittlern Länge der Sonne die Länge der Erdferne abziehet, so behält man die mittlere Anomalie übrig, und nun kommt es noch darauf an aus der mittlern Anomalie die wahre zu schliessen um die wahre Länge zu finden, welche eine Summe der Länge der Erdferne und der wahren Anomalie ist.

§. 258.

Die wahre Anomalie ATB (Fig. 35) ist von der mittlern ABC allenthalben um der Gleichung des Mittelpuncts CBT unterschieden. Um diesen Winkel ist die mittlere Anomalie in den ersten 6 Zeichen größer und in den übrigen 6 Zeichen kleiner, als die wahre. Wenn die Bewegung der Sonne in einem Circul geschicht, so hat man die Gleichung des Mittelpuncts für jede mittlere Anomalie, wenn man sie für eine einzige hat. Man hat das Verhältniß der Linien BC und CT, welches für alle Puncte des Circuls einerley bleibt und die mittlere Anomalie

giebet

Digitized by Google

giebet den Winkel ACB oder BCT, und daraus findet man den Winkel CBT. Geschiehet sie nicht in einem Circul, so bleibt das Verhältniß dieser Linien nicht gleich und ihre Abänderung kan nur aus der Natur der krummen Linie, in welcher die Bewegung geschicht, für jedes Punct gefunden werden. Wir schränken uns hier nur auf das erste ein.

§. 259.

Man hat um zu dieser Käntniß zu gelangen nichts weiter nöthig, als die Länge der Sonne zu einer Zeit zu beobachten. Aus dieser beobachteten Länge der Sonne und der bekannten Länge der Erdferne findet man die wahre Anomalie für diese Zeit. Man findet aber auch die mittlere Anomalie aus der bekannten mittlern Bewegung der Sonne und dem Durchgange derselben durch die Erdferne. Der Unterscheid zwischen beyden giebt die Gleichung des Mittelpuncts. Auf diese Art werden in dem Dreyecke BCT alle Winkel bekannt und man findet die Verhältniß der Seiten.

§. 260.

Da die gesuchte Gleichung des Mittelpuncts wegen der geringen Eccentricität der Sonne sehr klein ist, so ist es vortheilhaft, wenn man sie für die Puncte F und G, wo sie am grösten ist, sucht. Man kan sie unmittelbar auf einander in F und G suchen. Diese Beobachtung giebt den Winkel FTG, die zwischen beyden Beobachtungen verflossene Zeit und die bekannte mittlere Bewegung der Sonne macht den Winkel FCG bekannt, und der Unterscheid zwischen beyden ist die doppelte grösste Gleichung des

Digitized by Google

Mittelpuncts. Dadurch erhält man CFT ohne die Lage der Erdferne bestimmt zu kennen. Nach dieser Methode fand Delacaille die gröste Gleichung des Mittelpuncts 1° 55′ 32″ 5 und die Verhältniß der Linien FC und CT wie 10 Millionen zu 168045.

§. 261.

Aus dieser gröſten Gleichung des Mittelpuncts findet man nun die Gleichung desſelben für jede mittlere Anomalie, durch die Auflösung eines gradlinigten Dreyecks, wenn die Sonnenbahn ein Circul iſt, und wenn ſie kein Circul iſt, durch die gegebenen Eigenſchaften der Linie ihrer Bahn. Ueberhaupt aber ſiehet man hieraus ſo viel, daß man auf dieſe Art den wahren Ort der Sonne für jede Zeit berechnen könne, wenn die Gleichung des Mittelpuncts für jede mittlere Anomalie bekannt iſt.

§. 262.

Eine ſolche Einrichtung haben in der That unſere aſtronomiſche Tabellen für die Sonne. Man findet darin die mittlere Länge der Sonne unter dem Nahmen der Wurzeln (radices) für die dazu gehörigen Zeiten unter dem Titul, Epoche angeführet, und gewöhnlich ſind dieſe Wurzeln für den Anfang eines jeden Jahres berechnet. Man findet danächſt die mittlere Bewegung für alle Tage des Jahrs, Stunden, Minuten und ſo ferner berechnet; Eben dieſes findet man für die Erdferne; ihre Wurzeln und Epochen und ihre Bewegung für alle Tage, berechnet. Man findet daher aus den Tabellen durch eine bloße Addition die mittlere Länge der Sonne und Erdferne, und folglich auch ihren Unterſcheid, das

Digitized by Google

das ist die mittlere Anomalie. Diese ist der Grund der Gleichungen des Mittelpuncts, welche in einer andern Tabelle für alle Grade derselben angegeben sind und vermittelst einer einfachen Interpolation auch für Minuten und Secunden gefunden wird. Diese gefundene Gleichung darf nur nach den in der Tabelle befindlichen Zeichen oder nach §. 243 mit der mittlern Länge verbunden werden, so erhält man die wahre Länge der Sonne.

§. 263.

In den neuesten astronomischen Tabellen findet man noch einige andre Verbesserungen, welche man anzuwenden hat, um die wahre Länge der Sonne genau zu erhalten. Sie gründen sich auf die Würkung des Mondes, der Venus und Jupiters gegen die Erde. Ihre Einrichtung kan hier nicht erkläret werden, die Anwendung der Tabellen selbst, welche diese Verbesserungen enthalten, hat aber nicht die geringste Schwürigkeit.

§. 264.

Alle dergleichen Tafeln sind auf die mittlere Zeit gerechnet, und es muß folglich allezeit, wenn für eine gegebene wahre Zeit die Länge gesucht wird, aus derselben vermittelst der Zeitgleichung die mittlere Zeit gefunden werden. Es ist also nöthig von derselben umständlicher unterrichtet zu seyn. Aus §. 70. 71 ist es bekannt, daß die Zeitgleichung nichts anders ist, als der in Zeit verwandelte Unterscheid der graden Aufsteigung der eingebildeten Sonne und der graden Aufsteigung der wahren Sonne. Da die grade Aufsteigung so wohl, als die Länge von einerley

Digitized by Google

nerley Punct an gezählet werden und die Geschwi digkeit der eingebildeten Sonne in der graden Au steigung einerley ist mit der Geschwindigkeit der mit lern Bewegung derselben, so ist auch die grade Au steigung der eingebildeten Sonne allezeit der mittlere Länge derselben gleich. Man kan daher auch sage daß die Zeitgleichung der in Zeit verwandelte Unte scheid sey zwischen der mittlern Länge der Sonne un ihrer graden Aufsteigung. Dieser Unterscheid lä set sich nun aus zween Theilen zusammen setzen, Aus dem Unterscheide zwischen der mittlern un wahren Länge der Sonne. 2. Aus dem Unterschie de der wahren Länge der Sonne und ihrer grade Aufsteigung. Der erstere Unterscheid ist die Gle chung des Mittelpuncts, deren Größe von der mit lern Anomalie abhänget. Die in Zeit verwandelt Gleichung des Mittelpuncts macht also den erste Theil der Zeitgleichung aus, welche von der wahre Zeit in den 6 ersten Zeichen der mittlern Anomal abgezogen und in den 6 letzten Zeichen hinzugesetzt werden muß, um die mittlere Zeit zu erhalten.

§. 265.

Der zweete Theil der Zeitgleichung enthält de Unterscheid zwischen der wahren Länge der Sonn und ihrer graden Aufsteigung. Man findet insge mein diesen Unterscheid in den astronomischen Tabel len besonders berechnet. Sonst kan man für die be kannte Länge die grade Aufsteigung berechnen un den Unterscheid, welchen man dadurch erhält in Zei verwandeln, so hat man den zweeten Theil der Zeit gleichung, welche von der wahren Länge der Sonn abhänget und von der wahren Zeit in den 3 ersten

sechsten

Digitized by Google

sechsten, siebenten und achten Zeichen abgezogen werden in den übrigen zu ihr addirt werden muß, um die mittlere Zeit zu erhalten, weil in den erst gesetzten Zeichen die grade Aufsteigung der Sonne kleiner und in den letzt gesetzten größer ist, als die Länge der Sonne. Dieser zweete Theil hängt von die Schiefe der Eccliptic ab und ist daher mit derselben veränderlich. Deswegen ist eine einzige Tabelle für die Zeitgleichung, in welchen beyde erwähnte Theile verbunden sind, nicht beständig zu gebrauchen.

§. 266.

Die ganze Zeitgleichung kan höchstens 18 Minuten austragen, wodurch die Länge der Sonne 44 Secunden verrückt würde, wenn bey Berechnung ihrer Länge die wahre Zeit stat der mittlern gebraucht würde. Diese Größe verändert keinen Theil der Zeitgleichung merklich und daher kan man die wahre Zeit zuerst gebrauchen, aus den Tabellen die Gründe für die Zeitgleichung, die mittlere Anomalie und die wahre Länge der Sonne zu suchen. Vermittelst der dadurch gefundenen Zeitgleichung muß man dann die wahre Zeit in die mittlere verwandeln und mit derselben die wahre Länge der Sonne aus den Tabellen berechnen.

§. 267.

So bald man im Stande ist, den Ort in der Ecliptik anzugeben, in welchem die Sonne, von der Erde aus, gesehen wird, so weiß man auch den Ort in derselben, wo die Erde, von der Sonne aus gesehen, zu der Zeit erscheinet. Wenn man (Fig. 37) die Erde in T setzet und den Circul ADBC für die Ecliptik nimmt, so wird man die Erde aus der Sonne

Digitized by Google

Sonne in B sehen, wenn die Sonne aus der Erde in A erscheinet, und wenn sie aus der Erde in D gesehen wird, so stehet die Erde aus der Sonne gesehen in C. Man darf also überhaupt zu der Länge der Sonne nur einen halben Circul hinzusetzen oder davon wegnehmen, so hat man die Länge der Erde aus der Sonne.

§. 268.

Wenn man sich also zween Cörper vorstellet, wovon die eine in dem Mittelpuncte des Circuls in T stehet und der andere sich in der Peripherie des Circuls herum beweget, so wird demjenigen, welcher sich beweget, wenn er in B liegt, der andere Cörper in A zu stehen scheinen, und wenn er in C stehet, in D, dergestalt, daß der ruhende Cörper von A nach D gegangen zu seyn scheinen muß, unterdessen daß der andere sich würklich von B nach C bewegt hat. Eben diese Erscheinung würde in Ansehung des zweyten Cörpers stat finden, wenn er ruhig in dem Mittelpuncte T gestanden und der andre Cörper sich in dem Umkreise des Circuls von A nach D beweget hatte. Aus der Erscheinung des Cörpers in T kan also der, welcher sich auf dem Cörper in B befindet, nicht schließen, daß er in Ruhe oder in Bewegung sey, woferne er nicht aus andern Gründen weiß, welches von beyden stat findet. Wir befinden uns auf der Erde grade in dem Falle, und daraus, daß wir die Sonne sich bewegen sehen, dürfen wir nicht schließen, daß sie sich würklich bewege, so wenig als wir daraus, daß wir die Bewegung der Erde nicht fühlen, gewiß seyn können, daß sie sich nicht bewege. Es ist der Untersuchung gleichwohl werth, welches von

beyden

Digitized by Google

beyden angenommen werden muß, und ich werde der Entdeckung nachgehen, welche man bisher darüber gemacht hat.

§. 269.

Wenn man sich in einem Puncte A (Fig. 38) befindet, gegen welchen ein Cörper in der Richtung AB liegt und man bildete sich ein, daß man sich in *a* befindet so muß man sich auch den vorigen Cörper in der mit AB parallelen Richtung *ab* einbilden. Wenn man also in A würklich ist und sich einbildet in *a* zu seyn, so muß in der Richtung *ab* alles erscheinen, was in der Richtung AB liegt. Ohne die zwote Einbildung würde die erste nicht einen Augenblick bestehen können, weil sie mit der Empfindung im Wiederspruch gesetzt wäre. Man ziehe durch den eingebildeten und wahren Ort die grade Linie *ca* so giebt die Empfindung, daß die Richtungslinie AB mit *ca* den Winkel *ca* B mache. So bald nach der Einbildung B unter einen andern Winkel gegen *ca* z. E. *ca* B erschiene, stritte sie gegen die Empfindung. Man würde den Betrug entdecken und sie fahren lassen oder glauben müssen, daß einerley Sache aus eben dem Orte in verschiedenen Richtungen liegen könne, welches ungefähr so viel ist, als glauben, daß durch zwey Puncte verschiedene grade Linien gezogen werden können. Eben so ist es mit der scheinbahren Größe beschaffen. Ein Cörper in B hat gegen A eine gewisse scheinbare Größe und man muß sich aus den vorigen Gründen einbilden, daß er eben die scheinbare Größe in dem eingebildeten Orte *a* habe, wofern die Einbildung mit der Empfindung bestehen soll. Er muß also auch von *a* aus in eben der Entfernung, als von A aus würklich erscheinen.

§. 270.

Digitized by Google

§. 270.

Hieraus folget überhaupt, daß die Linien z
schen, den eingebildeten Oertern des Objects u
des Auges, zwischen den wahren Oertern derselb
zwischen dem wahren und eingebildeten Ort des A
ges und zwischen dem wahren und eingebildeten O
des Objects ein Parallelogram darstellen, der
Winkel die genannten Oerter einnehmen.

§. 271.

Wenn man also setzet, daß sich die Erde in d
Peripherie ADEG (Fig. 39) um die Sonne in
bewege, wo zugleich der eingebildete Ort eines A
ges auf der Erde ist, welches sich in dem Mittelpu
cte zu seyn glaubet und die Sonne sich um sich he
um bewegen siehet, so wird ein solches Auge ein
Stern der würklich in F stehet, aus dem würklich
Orte A in *a* zu sehen glauben, aus B in *b*, aus E
e und s. f. Der Stern wird also in einem Jah
sich in dem Circul *adeg* herum zu bewegen scheine
dessen Durchmesser die wahre Größe des Durch
messers der Erdbahn hat und dessen scheinbare Grö
dem Winkel gleich ist, unter welchem der Durchme
ser der Erdbahn in der Entfernung des Sterns vo
der Erde gesehen wird. Diesen Winkel AFE ne
net man die jährliche Parallaxe zum Unterscheid
der täglichen, wovon §. 139 und ferner gehande
worden.

§. 272.

Dieser parallactische Circul muß sich an de
scheinbaren Oberfläche der Weltkugel, als eine Pro
jection darstellen und wenn der Stern weit genu
ent

Digitized by Google

entfernet ist, daß solcher Circul sehr klein wird, kan man ihn als eine Projection auf der ebenen Fläche ansehen, welche die Weltkugel an dem Orte, wo der Stern stehet, berühret, und welche also die Fläche der Eccliptik unter einem Winkel schneidet, welcher dem Complement der Breite des Sterns gleich ist.

§. 273.

Unter diesen angeführten Voraussetzungen wird die Projection eine Ellipse, deren grössere Axe mit der Durchschnittslinie der Projectionsfläche und Ecliptik parallel gehet, und der scheinbaren Grösse des Durchmessers der Erdbahn gleich ist; deren kleinere Axe sich aber zur grössern verhält, wie der Cosinus der Neigung beider Flächen, das ist in unserm Falle, wie der Sinus der Breite zum ganzen Sinus.

§. 274.

Man stelle sich vor GK Fig. 40. sey eine Fläche, welche der Eccliptik parallel ist und AOBD ein Circul, welcher der Erdbahn gleich ist; IK sey eine andere Fläche, welche die vorige in der Linie HK schneidet. Man projicire den Circul AOBD auf diese Fläche durch die Linien, welche auf ihr senkrecht stehen, so erhält man eine Linie *adbo*. Man ziehe aus C eine Linie AB parallel mit HK und eine andere OE senkrecht auf HK, und aus E ziehe man ebenfalls in der Fläche IK die Linie Eo senkrecht auf HK, so ist OEo der Neigungswinkel beyder Flächen, dessen Fläche daher auf beyde Flächen senkrecht stehet, und in der Linie Eo wo sie die Fläche IK schneidet, treffen also alle Projectionspuncte der Linie OD. So projiciren sich die Puncte O, C, D in *o*, *c*, *d*. Eben

Digitized by Google

so projiciret sich die Linie ML in *ml*, wenn MP und *mp* auf HK senkrecht stehen, und also MP*m* ein Neigungswinkel der beyden Flächen IK und GK ist. Da O*o*, CF, D*d*, imgleichen M*m*, N*n*, L*l* auf die Fläche IK senkrecht stehen, so sind alle die Dreyecke OE*o*, CEF, DE*d*, imgleichen MP*m*, NP*n* und LP*l* rechtwinklichte Dreyecke.

§. 275

Wenn man aus C die Linie CF senkrecht auf die Fläche IK gezogen hat, und man leget durch CF und CA eine Fläche, so stehet auch dieselbe auf der Fläche IK senkrecht. Wenn die Fläche IK von der Fläche ACF in der Linie *ab* geschnitten wird, so sind *a* und *b* die Projectionspuncte von AB. Es ist AB parallel mit HK, und stehet also auf die Fläche OE*o* senkrecht, so, daß also ACF ein rechter Winkel ist. Da nun auch CF auf die Fläche IK senkrecht stehet, so ist auch *a*FC ein rechter Winkel und daher AF*ac* ein rechtwinklichtes Parallelogram und *a*F = AC, imgleichen *a*F parallel mit HK.

§. 276.

Was nun die an *ab* gezogenen rechtwinklichten Ordinaten *od* und *ml* betrift, so siehet man wohl, daß wegen der parallelen Lage der Linie O*o*, CF, D*d*, imgleichen M*m*, N*n*, L*l* folgende Proportionen ihre Richtigkeit haben

*o*F : F*d* = OC : CD

mn : *nl* = MN : NL

und daß also *o*F = F*d* und *mn* = *nl* sey, weil OC = CD und MN = NL ist. Nun ist

*a*F :

$oF : OC$ oder $aF = oE : OE = \cos oEO : r$

$mn : MN = mP : MP = \cos mPM : r$

den OEo und MPm sind rechtwinklichte Dreyecke bey o und m. OE und MP sind daher die Hypothenusen und oE, mP, Catheten, welche an den Neigungswinkeln E und P liegen, und da diese einander gleich sind, so ist auch

$oF : mn = OC : MN$

und $oF^2 : mn^2 = OC^2 : MN^2 = aF \times Fb : an \times nb$

und diese Eigenschaft der Projection zeiget, daß sie eine Ellipse sey, deren Axen ac und bd die im Anfange erwähnte Verhältnisse haben.

§. 277.

Man muß also bey der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne zugleich annehmen, daß alle Weltcörper sich durch eine Ellipse bewegen, deren grössere Axe der Eccliptik parallel gehet, und ihrem in der Entfernung des Weltcörpers scheinbaren Durchmesser gleich ist, und deren kleinere Axe zur grössern das Verhältniß des Sinus der Breite zum ganzen Sinus hat. Wenn daher ein Weltcörper gar keine Breite hat, so verschwindet die kleine Axe ganz und die Ellipse gehet in eine grade Linie über, er wird durch die Parallaxe allein in der Länge, gar nicht in der Breite, verrückt. Wenn die Breite 90° ist, so wird die kleinere Axe der grösseren gleich und die Ellipse wird ein würklicher Circul. In allen übrigen Circuln ist diese Projection eine würkliche Ellipse.

§. 278.

Wenn man das bisher beygebrachte ein weniz nachdenkt, so wird man im Stande seyn, sich von

Digitized by Google

den parallactischen Erscheinungen einen umständlichen Begriff machen zu können. Man stelle sich zu dem Ende den Circul ABCD Fig. 41. als die Erdbahn vor, in welcher sie sich nach der Ordnung der Buchstaben herumbeweget, in S sey die Sonne und F ein Weltcörper. Wenn man sich durch F und S eine Fläche vorstellet die auf der Ecclíptik senkrecht stehet, wie DE*b*, so hat die Sonne, wenn die Erde in diese Fläche fällt, in D eine gleiche Länge mit dem Sterne und in B grade die entgegengesetzte, oder der Unterscheid der Länge der Sonne und des Weltcörpers beträgt genau 180°. Man nennet das erstere, die **Zusammenkunft** (conjinctio), die letztere Lage, den **Gegenschein** (Oppositio). Wenn die Erde sich so weit von der Fläche DE*b* entfernet hat, daß sie in der Linie CA liegt, welche darauf senkrecht stehet, oder welches einerley ist, wenn der Unterscheid zwischen der Länge der Sonne und des Weltcörpers 90° ist, so heisset diese Lage der **Geviertschein** (Quadratura). In der Zusammenkunft und im Gegenschein stehet also der Weltcörper in der kleinen Axe seiner parallactischen Bahn und in den Geviertscheinen in der grössern.

§. 279.

Wenn nun die Erde in A stehet, so wird der Weltcörper vermöge der Parallaxe aus F nach *a* gerückt. Dadurch ist die Länge desselben verändert, aber die Breite im geringsten nicht. Eben dies erfolget, wenn die Erde in C im zweeten Geviertschein stehet, da der Weltcörper aus F nach *c* gebracht wird. Man findet also in den Geviertscheinen den Weltcörper in seiner wahren Breite aber seine Länge am meisten verän-

Digitized by Google

verändert. Wenn sich hierauf die Erde von A nach B bis zum Gegenschein beweget, so erscheinet der Weltcörper in *b* an der kleinern Axe, wo er einerley Länge mit F hat, aber seine Breite ist verändert und um F*b* grösser geworden. In der Zusammenkunft in D erscheinet der Weltcörper in einerley Länge mit dem Punct F, aber seine Breite ist um F*d* kleiner geworden. Man siehet also in der Zusammenkunft und im Gegenschein, welches die Astronomen mit dem einzigen Worte Sizygien ausdrücken, einen Weltcörper in seiner wahren Länge, aber seine Breite ist verändert und im ersten Falle grösser und im andern kleiner, als seine wahre Breite. In allen übrigen Lagen der Erde findet man ihn weder in seiner wahren Breite noch in seiner wahren Länge. Wenn man diese Veränderungen von der Zusammenkunft an rechnet, so ist seine scheinbare Länge durch die ersten 6 Zeichen grösser und durch die letzten kleiner, als die wahre, und seine scheinbare Breite ist durch die 3 ersten und letzten Zeichen kleiner und durch die übrigen grösser, als die wahre. Man nennet diese von der Parallaxe abhängende Veränderung in der Länge und Breite die **Parallaxe der Länge und Breite.**

§. 280.

Wenn man nun die gröste Parallaxe der Länge oder die halbe grösseste Axe der parallactischen Ellipse *p* nennet, so wird $p \times \sin b$ die gröste Parallaxe der Breite ausdrücken, wenn *b* die Breite des Weltcörpers ist. Hieraus findet man nun leicht die Parallaxe der Breite für iede Entfernung der Erde von der Zusammenkunft DN.

Digitized by Google

Wenn man diese Entfernung e nennet, so hat man zuerst die Verhältnisse $DS:NL = r:\cos e$. Es ist aber $DS:NL = Fd:nl$ und daher auch $r:\cos e = p \times \sin b:nl$ Man hat also für die Parallaxe der Breite überhaupt den Ausdruck $p \times \sin b \times \cos e$. Die Grösse des Winkels e zeiget schon allein an, ob sein Cosinus und folglich die ganze Parallaxe der Breite positiv ist oder negativ, das ist, wann sie zu der beobachteten Breite des Weltcörpers hinzugesetzt, oder davon abgezogen werden muß, um seine wahre Breite zu erhalten.

§. 281

Was nun die Parallaxe der Länge betrift, so ist leicht zu begreifen, daß ac in dem gröſten Circul, das ist, wenn der Weltcörper gar keine Breite hat wenigere Grade enthalten werde, als in einem Parallelcircul der Eccliptik, das ist, wenn der Weltcörper einige Breite hat; und wenn p die Parallaxe der Länge in der Fläche der Eccliptik und b die Breite des Weltcörpers bedeutet, so drückt $\frac{p}{\cos b}$ die Parallaxe der Länge in dem Parallelcircul solcher Breite aus, und nun findet man daraus leicht die Parallaxe der Länge für jeden Abstand der Erde von der Zusammenkunft. Es sey der Abstand $DN = e$, so ist die Parallaxe der Länge $lF = LS$. Es verhält sich aber $DS:LS = r:\sin e$. Und also ist $LS = lF = p \sin e$ und im Parallelcircul $\frac{p \times \sin e}{\cos b}$. Auch hier zeiget die Beschaffenheit des Sinus e, daß diese Grösse in den 6 ersten Zeichen zu der beobachteten Länge

Digitized by Google

Länge hinzugesetzt und in den 6 letzten Zeichen von ihr abgezogen werden müsse, um die wahre Länge eines Weltcörpers zu erhalten.

§. 282.

Nach diesen Grundsätzen unterliessen die Astronomen nicht durch die genauesten Beobachtungen zu untersuchen, ob eine solche jährliche Bewegung der Fixsterne stat finde, um dadurch die Bewegung der Erde auszumachen. Da es hier darauf ankam, den Winkel AFE (Fig. 39) zu finden, welcher desto kleiner seyn müste, je weiter der Fixstern F von der Erde entfernet ist, so erwählte man zu dieser Untersuchung die grösten Sterne, welche aller Vermuthung nach die nächsten seyn musten und beobachtete ihre Länge, besonders in beyden Geviertscheinen mit der grösten Genauigkeit, um zu finden, ob in ihrer Länge sich einiger Unterscheid, welcher dann am grösten seyn muste, bemerken liesse. Sterne, welche nahe an den Polen der Ecliptik liegen, waren zu dieser Untersuchung desto bequemer, da die Parallactische Ellipse für sie sehr offen seyn muste, und man allezeit eine solche Beobachtung über die Veränderung ihrer Lage machen konnte. Man wählte sie auch dazu. Allein aller dieser angewandten Vorsichtigkeiten ungeachtet, fand man am Ende in der Lage der Fixsterne keine so beträchtliche Veränderungen, daß man sie mit Gewißheit von den Fehlern der Beobachtung unterscheiden konnte. Und in der That hatten auch die astronomischen Werkzeuge in dem Anfange dieser Untersuchungen noch nicht die dazu erforderliche Vollkommenheit.

Digitized by Google

§. 283.

Hiezu kam noch, daß ihnen das Gesetz der Strahlenbrechung wenig bekannt war, so daß sie ihre Beobachtungen von dem Einflusse derselben nicht genug befreyen konnten. Sie musten daher besorgen, daß die Ungleichheiten, welche sie fanden, mehr ihren Würkungen, als der Parallaxe zugeschrieben werden musten. Tycho, Picard, Hook, Flamstead, und alle grosse Astronomen, welche, ihre Wissenschaft in Beobachtung auszuüben, Gelegenheit hatten, haben die Parallaxe der Fixsterne zu entdecken gesucht. Sie fanden auch alle verschiedene Ungleichheiten. Aber man blieb doch in Ungewißheit über die Genauigkeit ihrer Beobachtungen, und überdem fand man in denselben nirgend deutlich genug, daß sie den Gesetzen der Parallaxe folgten, welche wir eben entwickelt haben. Das einzige, was man mit Gewißheit schliessen konnte, war dies, daß die gesuchte Parallaxe ungemein klein sey und nicht über ein paar Secunden betragen könne.

§. 284.

Es blieb also nach diesen Untersuchungen die Streitigkeit über die Bewegung der Erde unentschieden. Diejenigen, welche etweder aus Mangel astronomischer Känntnisse oder andern äusserlichen Ursachen die Bewegung der Sonne behauptet hatten, glaubten ihre Sache gewonnen zu haben. Andere die aus vielen andern astronomischen Gründen für die Bewegung der Erde eingenommen waren, hatten zwar ihre Absicht verfehlet, einen augenscheinlichen Beweis für ihre Meynung zu finden, allein ihnen war es nicht schwer sich eine Entfernung der Fixsterne

Digitized by Google

ne zu denken, die 300000 mahl grösser wäre, als die Entfernung der Sonne von der Erde, so daß ihre Parallaxe keine Secunde mehr seyn konnte. Sie nahmen dies, so erstaunlich es zu seyn schien, lieber an, ehe sie die Warheit fahren liessen, die sie in ihrem vollen Lichte zu erkennen glaubten. Indessen fuhren sie mit ihren Beobachtungen fort, um wo möglich etwas zu finden, wodurch dieselbe über alle Widersprüche weggesetzt werden könnte.

§. 285.

Die Beobachtungen, welche Doct. Hook zur Erfindung der Parallaxe über das γ des Drachen gemacht hatte, schienen eine genaue Prüfung zu verdienen. Sie stimmeten mit der Theorie der Parallaxe so genau überein, daß sie nothwendig Verdacht erwecken musten, und die Parallaxe von 15 Sec., welche er herausbrachte, war eine so ansehnliche Grösse, daß alle übrige Astronomen selbige schwerlich ganz hatten verfehlen konnen. Molyneux, ein Irrländer, unternahm es, mit einem Ausschnitte, den Graham verfertiget hatte, von 24 Fuß im Halbmesser, eben diesen Stern zu beobachten. Er fieng seine Beobachtungen zu Kew nahe bey London 1725 im December Monath an. Da er in einigen Tagen keine Veränderung in dem Abstande des Sterns vom Zenith bemerkte, und dies auch eben die Zeit war, da der Einfluß der Parallaxe in der Abweichung nicht beträchtlich seyn konnte, so entschloß er sich, die Beobachtungen auszusetzen. Zum guten Glück befand sich Bradley, der berühmteste Astronom, den Engelland in den neuern Zeiten gehabt hat, eben zu Kew, und die Neugier bewog

Digitized by Google

ihn, mit dieſem Inſtrumente zu beobachten. Er fand den Stern, das γ den 17 December ein wenig weiter gegen Süden, als Molineux angegeben hatte. Da dies nach der Theorie der Parallaxe nicht ſeyn ſollte, ſo ſchrieben ſie dieſen Unterſcheid den Fehlern ihrer Beobachtungen zu. Allein die Folge ihrer Beobachtungen, welche weder den Fehlern des Werkzeuges, noch ihrer Unachtſamkeit zugeſchrieben werden konnte, ſetzte ſie in noch gröſſeres Erſtaunen. Dieſer Stern ſetzte ſeine Bewegung gegen Süden fort, ohne ſich an ihre für ihn entworfene Theorie zu kehren, ſo daß er ungefähr drey Monathe nachher 20″ weiter gegen Süden ſtand, als er anfangs war gefunden worden. Von da ſtieg er wieder gegen Norden und erreichte nach drey Monathen die Höhe der erſtern Beobachtungen, aber er ſetzte ſeine Bewegung noch immer gegen Norden fort, bis er nach andern drey Monathen 39″ weiter gegen Norden ſtand. Nun nahm er ſeinen Weg wieder gegen Süden, und im December 1726 ſtand er wieder an den Ort, wo Molyneux ihn anfangs gefunden hatte.

§. 286.

Man wird ſich leicht vorſtellen, wie viele Hypotheſen dieſe beyde Aſtronomen gemacht haben, um eine ſo ſonderbare Erſcheinung zu erklären. Die Parallaxe war dazu gänzlich ungeſchickt, weil der Stern in den Sizygien eben am weiteſten von ſeiner mittlern Länge entfernet war, da er doch eben genau in derſelben nach den Geſetzen der Parallaxe ſtehen ſollte; und eben ſo ward er in den Quadraturen in ſeiner gröſten Abweichung in der Breite gefunden, da er nach den eben gedachten Geſetzen gar keine Abweichung

Digitized by Google

weichung in derselben haben sollte. Gleichwol hieng diese Veränderung so genau mit der Länge des Jahrs zusammen, daß die Ursache derselben nothwendig in der Bewegung der Sonne oder der Erde gesucht werden muste. Man verfiel auf eine jährliche Bewegung der Erdachse. Allein, wenn man diese Bewegung so einrichtete, daß sich diese Veränderungen für einen Fixstern daraus erklären liessen, so passete sie nicht für die Beobachtungen derselben, welche für andere Sterne gemacht waren. In dieser Ungewißheit wurden sie lange Zeit erhalten, da sie eben so viele Erklärungen ausdachten und wieder verwarfen.

§. 287.

Um diese Ungewißheit zu heben, und endlich ein Gesetz für diese beobachtete Veränderungen zu finden, war es nöthig mehr Beobachtungen hierüber zu sammeln. Bradley ließ sich zu dem Ende von Graham einen andern Ausschnitt von 12 Fuß im Halbmesser verfertigen, dessen Bogen etwa 6 Grade enthielte, an der Stelle, daß der vorige nur wenige Minuten ausmachte, um mehr Sterne damit beobachten zu können. Mit diesem Werkzeuge fieng er im August 1727 seine Beobachtungen zu Wansted. an. Hier fand er bald, daß die Regel falsch sey, welche er aus den vorigen Beobachtungen geschlossen hatte, daß nämlich die in der Abweichung beobachteten Ungleichen sich wie die Quersinus des Abstandes der Sonne von dem Aequinoctialpuncte verhielten.

§. 288.

Seine Beobachtungen gaben ihm endlich zu erkennen, daß die Sterne überhaupt am meisten gegen Süden

Digitized by Google

Süden oder Norden abweichen, wenn der Unterscheid zwischen dem Durchgange des Sterns und der Sonne genau 6 Stunden betrug, das ist, wenn der Stern im Geviertschein stand. Eine weitere Aufmerksamkeit lehrte ihn, daß die Sterne sich sämmtlich in einer Ellipse zu bewegen schienen, deren grössere Axe 40 Sec. betrug und der Eccliptik parallel war, und deren kleinere Axe sich zur grössern, wie der Sinus der Breite des Sterns zum ganzen Sinus verhält. Die Lage dieser Ellipsen und das Verhältniß ihrer Axen folget also genau dem Gesetze, welches für den Circul gefunden worden, welcher sich an der Oberfläche der Weltkugel wegen der Parallaxe projiciren muste §. 208 u. f. Aber die übrigen Erscheinungen wollten sich durchaus nicht für die Parallaxe schicken.

§. 289.

Um sich diese Veränderungen in ihrem Umfange vorzustellen, so sey (Fig. 42) IL ein Circul, welcher die Eccliptik vorstellet, FDC die Erdbahn und die Sonne sey in S. In E sey ein Stern und durch den Pol der Eccliptik P sey der Breitencircul PET gezogen. $\varphi\beta\chi\delta$ sey die Ellipse, in welcher der Stern sich jährlich zu bewegen scheinet, den bisher vorgestellten Veränderungen gemäß. Wenn die Erde in C stehet, in Zusammenkunft mit der Sonne, so wird der Stern an der grösten Axe in χ liegen, welche der Eccliptik parallel ist, und so wie die Erde sich aus C nach F herum beweget, wird auch der Stern von χ nach φ gehen, so daß er eben in φ anlangt, wenn die Erde in F stehet. Indem sich nun die Erde in ihrer Bahn durch FDC beweget, scheinet sich auch der Stern durch $\varphi\delta\chi$ zu bewegen, und stehet

nach

Digitized by Google

nach eines Jahres Zeit wieder in χ. Wenn man sich nun von dem wahren Orte des Sterns E nach dem Orte der Erde eine grade Linie EC vorstellet, welcher mit einer andern CO, welche die Erdbahn in dem Punete, wo die Erde stehet, berühret und nach der Richtung liegt, in welcher sich die Erde beweget, ein Parallelogramm dergestallt macht, daß der Winkel, welchen die Querlinie des Parallelogramms mit EC einschliesset genau 20 Sec. groß ist, so erscheinet der Stern immer in dieser Querlinie, wenn man setzt, daß sich das beschriebene Parallelogramm beständig mit der Erde fort beweget, und der Stern beweget sich in einem Circul, welcher der Ecliptik parallel ist, einen Durchmesser von 40 Sec. hat und sich wie eine Ellipse an der Oberfläche der Weltkugel projiciret.

§. 290.

Diese ganze Vorstellung hat sehr vieles mit demjenigen gemein, was §. 104 von der Abirrung des Lichts gezeiget worden. Und dies war auch dasjenige, wodurch Bradley endlich diese Veränderung in der Lage der Fixsterne vollständig erklären konnte, und sich im Stande befand alle seine Beobachtungen, die er in zwanzig Jahren zu dieser Entdeckung gemacht hatte, zu berechnen. Wenn man annimt, daß die Erde sich in dem Circul CFD herum bewege, so macht der Lichtstrahl EC auf das Auge nicht nach der Richtung EC, sondern nach der Richtung der Querlinie eines Parallelogramms seinen Eindruck, dessen beyde Seiten sich wie die Geschwindigkeit des Lichtstrahls und der Bewegung des Auges oder der Erde verhalten. Es kam also nun alles darauf an, dies

Digitized by Google

dies Verhältniß zu finden. Nun wuste man aus den Ungleichheiten, welche man an den Finsterniſſen der Jupiters Trabanten in der Zuſammenkunft und im Gegenſchein bemerkt hatte, daß der Lichtſtrahl 8 M. 8 Sec. Zeit gebraucht von der Sonne zur Erde zu gelangen, und man weiß aus der Bewegung der Sonne, daß die Erde in dieſer Zeit einen Bogen von 20 Sec. zurücklege. Da nun der Halbmeſſer allemahl einen Bogen von 57° 17′ 44″8 ausmacht, ſo verhält ſich die Geſchwindigkeit des Lichts zur Geſchwindigkeit der Bewegung der Erde wie der Halbmeſſer oder 57° 17′ 44″8 zu 20 Sec. Und in einem Parallelogramm, welches von einem rechtwinklichten Viereck nicht ſehr abweicht, und wo die beyden Seiten in dieſer Verhältniß ſtehen, muß der Winkel, welchen die Querlinie mit der einen Seite macht 20 Sec. betragen.

§. 291.

Dies ſtimmete mit den Beobachtungen fürtreflich überein, und man konnte nicht weiter zweifeln, daß man die wahre Urſache dieſer Erſcheinung entdeckt habe. Man nennet daher auch dieſe Erſcheinung die **Abirrung der Fixſterne**, und das Parallelogramm, wovon ich geredet habe, das **Abirrungs-Parallelogramm**.

§. 292.

Was nun die Berechnung der Abirrung betrifft, ſo ſiehet man leicht, daß die für die Parallaxe gefundene Formuln auch hier ſtat finden müſſen, wiewohl mit einer geringen Veränderung. Die Ellipſe der Abirrung iſt auch hier eine Projection eines Circuls und die kleinere Axe ſtehet zur gröſſern in eben dem

Ver-

Digitized by Google

Verhältnisse, wie bey der parallactischen Ellipse. Der einzige Unterscheid bestehet darin, daß man zu dem Abstande der Erde von der Zusammenkunft, das ist zu dem Winkel *e* immer 90° hinzusetzen muß, wenn man den Stern in eben dem Puncte der Abirrungs-Ellipse finden will, worin er in der parallactischen Ellipse stehet. Man erhält dies, wenn man stat *e* allezeit das Complement von *e* setzt. Und dann hat man nach §. 280 die Abirrung der Länge $\frac{20'' \cos e}{\cos b}$ und die Abirrung der Breite $20'' \times \sin b \times \sin e$ §. 281. Daß die erstere Grösse in den drey ersten und letzten Zeichen addiret, und in den übrigen Zeichen von der beobachteten Länge abgezogen, die zwote aber in den sechs ersten Zeichen addiret, und in den sechs letzten Zeichen abgezogen werden müsse, um die wahre Lage des Sterns zu finden, giebt die Beschaffenheit der Sinus und Cosinus des Winkels *e* von selbst an die Hand.

§. 293.

Ich glaube, daß das bisher angeführte zureiche, sich einen Begriff von der Abirrung der Fixsterne zu machen und die Gründe der deswegen nöthigen Verbesserungen einzusehen. Es ist nothwendig, daß diese Veränderungen in der Länge und Breite auch eine Veränderung in der Lage der Fixsterne in Ansehung des Aequators nach sich ziehe, welche die Abirrung der Abweichung und graden Aufsteigung genannt wird. Man kann die Berechnung nach der Methode, welche §. 144. u. f. ausgeführet worden anstellen; man kann auch aus der Abirrungs-Ellipse die Regeln für diese Berechnung herleiten

leiten. Das letztere ist umständlich in des Delalande Astronomie geschehen. Da die grössere Axe der Ellipse dem Aequator nicht parallel gehet, so werden diese Formuln nothwendig etwas mehr zusammengesetzt. Man findet sowohl sie als ihren Gebrauch a. a. O. entwickelt.

§. 294.

Diese Beobachtung der Abirrung der Fixsterne kann für einen unumstößlichen Beweis von der würklichen jährlichen Bewegung der Erde gelten, welche die Astronomen schon lange vorher aus andern Gründen behaupten musten, wenn sie die einfache und nach der vollkommensten Ordnung eingerichtete Bewegung der Weltcörper erhalten wollten. Die folgende Lehre von der Bewegung der Planeten wird es klar vor Augen legen, daß auch vor Entdeckung der Abirrung diese Lehre ihnen keine Hypothese gewesen, aber ihre Gründe waren nicht sowohl für andere Leute, als für Astronomen, entscheidend. Ich übergehe die Einwürfe, welche dagegen gemacht sind. Sie sind nicht für unsere Zeiten, und ich kenne keinen, der überall angeführet oder widerleget zu werden verdiente, ungeachtet sie vor nicht langer Zeit mit einer frommen und zuversichtlichen Mine vorgetragen und ernsthaft widerlegt werden konnten.

§. 295.

Nachdem man nunmehr gezwungen ist, die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne einzuräumen, wird es uns auch nicht fremde dünken, wenn man behauptet, daß sie sich täglich um einen ihrer Durchmesser als um einer Axe drehe. Die Astronomen hat-

Digitized by Google

hatten längst die wichtigsten Gründe sie anzunehmen und daraus die gemeinschaftliche Bewegung der Weltcörper zu erklären, und daß es in der Erscheinung selbst einerley sey, ob man die Bewegung der Erde oder der Weltcörper zu ihrer Erklärung gebraucht, habe ich bereits §. 15 angemerket. Aber es ist nicht einerley, welches man annimt, wenn man auf andere dabey vorkommende Umstände siehet. Annehmen, daß die Weltcörper sich täglich um die Erde bewegen, hiesse soviel, als annehmen, daß die Erde eine Kraft habe unendlich weit entlegene Cörper von der Richtung ihrer Bewegung abzulenken, in welcher sie mit einer erstaunlichen Geschwindigkeit fliegen, und sie zwingen, sich in grössern und kleinern Kreisen um dieselbe zu bewegen; daß diese Kraft nach einer graden Linie blos auf diejenigen Weltcörper würke, die in dem Aequator liegen, welche sich allein in einem Kreise bewegen, in dessen Fläche die Erde liegt, und daß sie alle übrige in der Grundfläche eines Kegels herum führe, in dessen Spitze sie liegt; daß diese Kraft stärker auf die entferntere Weltcörper würke, als auf die, welche ihr näher liegen, wider die Natur dieser Art Kräfte. Daß man bey der gedachten Voraussetzung dies alles annehmen müsse, folget augenscheinlich aus der Beobachtung der gemeinschaftlichen Bewegung. Man darf aber die Natur nur ein wenig kennen, um zu begreifen, daß eine solche Voraussetzung zu unübersteiglichen Schwürigkeiten führe. Die Astronomen konnten daher kein Bedenken tragen, die gemeinschaftliche Bewegung der Weltcörper aus der beschriebenen Umdrehung der Erde um ihre Axe zu erklären, dabey keine andere Schwürigkeit vorkommt, als daß wir

Digitized by Google

sie nicht empfinden, eine Schwürigkeit, die tausend andere Bewegungen, welche wir mit Gewißheit kennen, vernichten würde, wenn sie einiges Gewicht haben könnte.

§. 296.

Nach Erfindung der Sehröhre erhielte die Lehre von der täglichen Bewegung der Erde um ihre Axe einen grössern Grad der Wahrscheinlichkeit. Ich will nicht einmahl erwähnen, daß dadurch augenscheinlich ausgemacht ward, daß es viele andere Weltcörper gebe, welche von eben der Natur als die Erde sind und sie an Grösse weit übertreffen, und daß es daher um desto mehr unwahrscheinlich werden müsse, daß die Erde von der Bewegung ausgeschlossen seyn sollte. Nur das einzige bemerke ich, daß man vermittelst der Sehröhre entdeckte, daß alle übrige Weltcörper, so weit die Umstände eine Beobachtung dieser Art verstatteten, sich um ihre Axe dreheten. Man muste nun einräumen, wenn man sich in Gedanken auf dergleichen Weltcörper setzte, daß man daselbst eine ähnliche Erscheinung von einer gemeinschaftlichen Bewegung finden müsse. Einem Auge im Jupiter, der seine Umdrehung in 10 Stunden verrichtet, würde unsere Erde, wenn sie in solcher Entfernung noch gesehen werden könnte, alle 10 Stunden im Mittagskreise stehen, so wie er einem Orte auf der Erde alle 24 Stunden darin erscheinet. Indessen hat der Beobachter auf diesen Weltcörpern gewiß, so viel Grund sich in Ruhe zu setzen und die Erde um sich herum laufen zu lassen, als ein Beobachter auf der Erde haben kann, das Gegentheil zu glauben. Diese Beobachtungen können nun nicht mit einander bestehen, als wenn man annimt, daß alle Weltcörper,

auf

Digitized by Google

welchen dergleichen gemeinschaftliche Bewegung beobachtet wird, sich um ihre Axe drehen, und dadurch die Erscheinung solcher Bewegung darstellen.

§. 297.

Endlich fand man auch auf dem Erdboden selbst in der Beobachtung der verschiedenen Schwere in verschiedenen Breiten einen Beweis, der für die Bewegung der Erde um ihre Axe so stark ist, als die Abirrung der Fixsterne für ihre Bewegung um die Sonne. Richer muste zu Cajenne sein Pendul, das zu Paris Secunden geschlagen hatte, kürzer machen, wenn es zu Cajenne eben solche Schwingungen haben sollte. Man machte nach ihm eben dieselben Beobachtungen in verschiedenen andern Breiten, und muste daraus den Schluß machen, daß die Schwere auf der Erde zunimt, je weiter man sich von der Linie entfernet. Aus einer Umdrehung der Erde muste diese Erscheinung nothwendig erfolgen. Da die Linie ein gröster Circul der Erdkugel und alle Parallele kleinere Circul derselben sind, so erhalten die Cörper auf der Oberfläche der Erde unter der Linie eine grössere Schwungkraft oder Neigung, als unter den Parallelen, sich von dem Mittelpuncte der Erde zu entfernen, welche der Schwere der Cörper grade entgegengesetzt ist, und dieselbe daher nothwendig vermindert. Hieraus folget, daß die Schwere unter der Linie am geringsten seyn und gegen die Pole beständig wachsen müsse. Ich werde in der Folge diese aus der Bewegung der Erde um ihre Axe erwachsende Veränderung der Schwere umständlicher erwägen. Hier war es genug das allgemeine davon anzuführen.

Digitized by Google

§. 298.

Von Dingen dieser Art kann man nicht wohl stärkere Beweise erwarten. Man findet eine Bewegung um die Axe, wie wir sie der Erde beylegen, an allen Weltcörpern, so weit die Beobachtungen reichen. Man findet Erscheinungen auf der Erde die eine unmittelbare Folge einer solchen Bewegung sind; man muß unbegreifliche und wider die in der Natur durchgängig beobachtete Ordnung anstossende Bewegungen zulassen, wenn man sie nicht einräumen wollte, und dem Würkungskreise einer Kraft ungereimte Bestimmungen geben. Indessen sind diese Beweise nicht von der Art, daß man ihnen nicht die Allmacht entgegen setzen könnte, aber man weiß auch, daß bey Untersuchung der Anordnung einer Welt, die kein Schlaraffenland seyn sollte, dergleichen Einwürfe keine Antwort verdienen.

§. 299.

Da also die Sonne der eigentliche Mittelpunct der Bewegung der Weltcörper in der Ecclíptik ist, wird es nöthig seyn, sich die Anordnung des Weltgebäudes aus der Sonne vorzustellen, und deswegen die Methoden zu suchen, wie man aus der gegen die Ecclíptik gegebenen Lage eines Weltcörpers, von der Erde aus gesehen, diejenige finden könne, welche man aus der Sonne sehen würde. Man nennet die erstere die geocentrische, die andere die heliocentrische Lage, und verstehet daraus leicht, was unter der geocentrischen und heliocentrischen Länge, Breite, Abstand, Grösse, Geschwindigkeit, u. dgl. verstanden werde. Es ist aber nöthig sich die Methode aus geocentrischen Beobachtungen die heliocentrischen zu

schlies-

Digitized by Google

schlieſſen, im allgemeinen vorzustellen, um daraus zu erkennen, was man noch für Stücke in Absicht auf die Sonne zu wiſſen nöthig habe, wenn man dieſe Schlüſſe machen will. In Anſehung der Erde und der Sonne geben dazu §. 267. u. f. die nöthige Anweiſung, und man gebraucht auſſer dem daſelbſt angeführten nichts weiter, aus der geocentriſchen Länge der Sonne die heliocentriſche Länge der Erde, und umgekehrt zu finden. Wenn man aber eben dieſe Schlüſſe für andere Weltcörper machen will, ſo gehöret dazu noch eine etwas weitläuftigere Betrachtung.

§. 300.

Man ſtelle ſich (Fig. 44) zuerſt ein Punct B in der Fläche der Eccliptik vor, in S ſey die Sonne, und in A die Erde, ſo iſt durch die Beobachtung von der Erde die Lage der Linie AS, und daher ſowohl die Länge des Puncts D als des Puncts A in der Eccliptik bekannt, danächſt iſt die geocentriſche Länge des Puncts B beobachtet worden, und man erhält aus dem Unterſcheide zwiſchen der Länge der Sonne und des Puncts B den Winkel SAB. Man darf nur noch die Verhältniſſe zwoer Linien des Dreyecks ASB kennen, ſo findet man nach der Trigonometrie den Winkel bey A, und aus der bekannten Länge des Puncts A, die heliocentriſche Länge von B. Man nennet die Winkel bey S, A und D nach den Weltcörpern da ihre Spitzen liegen, Winkel an der Erde, an der Sonne u. ſ. w. (elongatio).

§. 301.

Wenn der Winkel bey B ſo klein wird, daß er ſich unſern genaueſten Beobachtungen entziehet, ſo iſt,

Digitized by Google

wie in (Fig. 43) die Lage der Linien AB und SB parallel. Der Winkel an der Erde wird dem Winkel an der Sonne gleich und die geocentrische Länge der heliocentrischen. In dem Falle befinden wir uns, wenn das Punct B so weit entfernet ist, daß die Linie AS gar kein bestimmliches Verhältniß hat gegen die übrigen Linien AB oder SB. Dann ist AS wie ein Punct gegen diese Entfernungen anzusehen, und SB und AB als Linien, welche zusammen fallen. In Ansehung der Fixsterne haben wir gesehen, daß dies stat finde §. 206, und daher ist die geocentrische Länge derjenigen, welche in der Fläche der Ecclíptik liegen, der heliocentrischen Länge gleich.

§. 302.

Wenn das Punct B nicht in der Fläche der Ecclíptik liegt, so stelle man sich von B (Fig. 44) eine Linie BE senkrecht auf die Fläche der Eccliptik vor, so ist EAD der Winkel, welcher aus dem Unterscheide der geocentrischen Längen des Puncts B und der Sonne gefunden wird, und BAE die geocentrische Breite eines solchen Puncts, und diese Winkel sind aus den geocentrischen Beobachtungen bekannt. Man soll daraus den Winkel ASE finden, aus welchem die heliocentrische Länge bestimmt wird, und die heliocentrische Breite BSE.

In dem bey E rechtwinklichten Dreyecke sind alle Winkel, und daher auch das Verhältniß aller Seiten desselben bekannt. Man weiß also das Verhältniß der Linien AB und AE, imgleichen AE und EB. Wenn man nun auch hier das Verhältniß der Linien AE und AS, oder welches einerley ist SE und AS weiß, so findet man, wie vorher, den Winkel ASE, und

Digitized by Google

und daraus die heliocentrische Länge des Puncts B. Um nun zur Erkänntniß der heliocentrischen Breite BSE zu gelangen, so darf man nur folgende Schlüsse machen:

AE : EB = r : tang BAE
SE : EB = r : tang BSE.

so ist SE : AE = t. BAE : t. BSE.

und da die erstere Verhältnisse nebst dem Winkel BAE bekannt sind, so findet man auch den Winkel BSE. Wenn man in diesen Verhältnissen stat der Linien AE und SE die Linien AB und SB gebraucht, so hat man auch stat der Tangenten der Winkel BAE und BSE ihre Sinus zu nehmen. Die Linien AB und SB sind die Abstände des Puncts B von der Erde und der Sonne; die Linien AE und SE heissen die **abgekürzten Abstände des Puncts B** (distantia curtata).

§. 303.

Wenn auch in diesem Falle das Punct B unendlich weit weglieget, so daß AS für nichts zu rechnen ist, so werden AB und SB, imgleichen AE und SE paraliel (Fig. 43) und da AB = SB oder AE = SE ist, so ist die geocentrische Länge und Breite der heliocentrischen Länge und Breite gleich. Für die Fixsterne, die ausser der Fläche der Eccliptik liegen, gilt daher ebenfalls der vorher für den andern bemerkte Satz und mithin gilt er allgemein. Aber auch ihre Breite ist gleich, sie mögen aus der Sonne oder Erde gesehen weeden.

§. 304.

Aus dieser allgemeinen Vorstellung wird man sich einen Begriff machen können, wie es überhaupt

Digitized by Google

möglich sey, nicht allein aus geocentrischen Beobachtungen die heliocentrischen zu finden, sondern auch wie man die Lage der Sonne und der Erde aus einem jeden Puncte des Weltgebäudes finden könne, wenn man die geocentrischen Beobachtungen für ein solches Punct hat. Zuerst siehet man sogleich, daß man zu der heliocentrischen Länge eines Puncts B nur 180° addiren dürfe, um die Länge der Sonne aus einem solchen Puncte zu haben. Aus dieser Länge und dem bekannten Winkel AES findet man die Länge der Erde aus E gesehen ohne Schwürigkeit. Liegt das Punct B in der Fläche der Eccliptik, so hat weder die Sonne noch die Erde einige Breite, so bald aber das Punct B von der Fläche der Eccliptik entfernet ist, siehet ein Auge in B die Sonne sowohl als die Erde eben so weit von der durch B mit der Ecclíptik parallel gehenden Fläche entfernet, als das Punct B aus der Sonne oder der Erde von der Eccliptik entfernet erscheinet. Die Breite der Erde aus solchem Puncte B gesehen ist daher der geocentrischen Breite des Punctes B, und die Breite der Sonne aus B gesehen der heliocentrischen Breite des Puncts B gleich, und dadurch gelanget man also zur Erkänntniß der Lage der Erde und der Sonne aus einem jeden Puncte des Weltgebäudes, von welchem man geocentrische Beobachtungen hat.

§. 305.

Wir haben aber bey dieser allgemeinen Vorstellung gesehen, wie wir, die nur geocentrische Beobachtungen machen können, allenthalben nöthig haben, das Verhältniß des Abstandes der Erde von der Sonne gegen den Abstand des Puncts B von derselben zu wissen,

Digitized by Google

wiſſen, wenn aus geocentriſchen Beobachtungen andere geſchloſſen werden ſollen. Dieſer Abſtand der Erde von der Sonne iſt das Maaß für alle Entfernungen der übrigen Weltcörper, und man kann ſich ohne dieſe Erkänntniß von der Gröſſe des Weltgebäudes keinen richtigen Begriff machen. Keppler gab überdem eine Regel an, daß die Quadratzahlen, welche die Zeiten der Bewegung der Weltcörper um die Sonne ausdrücken, ſich wie die Cubikzahlen, wodurch ihre Entfernungen von der Sonne ausgedrückt werden, verhalten. Wir kennen die Zeit der Bewegung der Erde um die Sonne; wenn wir noch ihren Abſtand von der Sonne wiſſen, ſo iſt nichts weiter erforderlich, den Abſtand eines jeden andern Weltcörpers, welcher ſich um die Sonne beweget, von ihr zu finden, als daß man die Zeit beobachte, welche er zubringet, ſich um die Sonne zu bewegen. Ich werde die Richtigkeit dieſes Verhältniſſes in der Folge zeigen, hier führete ich es nur an, um die Wichtigkeit der Erkänntniß des Abſtandes der Erde von der Sonne dadurch zu zeigen.

§. 306.

Aus §. 150 erhellet, wie man die Entfernung eines Weltcörpers von der Erde aus der beobachteten Parallaxe finden könne, und §. 154 u. f. ſind einige allgemeine Methoden angebracht worden, wodurch man zur Erkänntniß der Parallaxe gelangen könne. Die Aſtronomen haben auch nichts unverſucht gelaſſen, die Sonnenparallaxe ſo genau zu beſtimmen, als es ihnen möglich geweſen. Auſſer den erwähnten Methoden haben ſie die Beobachtung des Mars im Gegenſchein und des Durchganges der Venus

nus durch die Sonnenscheibe angewendet, ihre Absicht zu erreichen. Es war unserm Zeitalter vorbehalten, auf die letztere Art zu dieser Bestimmung zu gelangen, und man weiß aus dem Durchgange von 1761 wenigstens so viel, daß die horizontale Sonnenparallaxe nicht kleiner als 8, und nicht grösser als $10\frac{1}{2}$ Secunden sey. Der bevorstehende Durchgang dieses Planeten 1769 wird diese Gränzen noch näher zusammen rücken. Wenn man die horizontale Sonnenparallaxe 9 Sec. annimt, so ist das Verhältniß des Halbmessers der Erde zum Abstande der Sonne wie

1 zu 22918.

Ich habe diese Methoden die Parallaxe der Sonne nebst noch einigen andern Arten den Abstand der Sonne zu finden in einer besondern Schrift abgehandelt. Gegenwärtig verstattet es meine Absicht nicht, mich in diese besondere Untersuchung umständlicher einzulassen. §. 307.

Um nun den Abstand der Sonne von der Erde durch ein bekanntes Längenmaaß auszudrücken, wird nichts weiter erfordert, als den Halbmesser der Erde in solchem Maasse zu finden. Wenn die Erde eine vollkommene Kugel ist, so braucht man nichts weiter, als die Länge einiger Grade eines der grösten Circul dieser Kugel zu messen. Man bestimmet dadurch den ganzen Umfang eines solchen grösten Circuls, und findet aus der bekannten Verhältnisse des Umkreises zum Durchmesser leicht den Halbmesser der Erde. Um nun gewiß zu seyn, daß man bey dieser Messung den grösten Circul der Erdkugel halte, misset man auf der Oberfläche eine Strecke eben derselben Mittagslinie oder der Linie, in welcher der

Mit-

Digitized by Google

Mittagskreis die Oberfläche der Erde schneidet, und suchet aus dem Unterscheide der Polhöhen an beyden Endpuncten der gemessenen Linie zu bestimmen, wie viel diese Länge in Graden des Circuls betrage.

§. 308.

Man stelle sich (Fig. 45) vor, der kleinere Circul dessen Mittelpunct C ist, sey die Mittagslinie der Oerter *a* und *b*, und *p* sey der Pol auf der Erdkugel, der grössere Circul sey der Mittagskreis dieser Oerter, P sey der Pol an der Weltkugel, A und B seyn die Scheitelpuncte der Oerter *a* und *b*. Aus dem Abstande des Scheitelpuncts B vom Pol hat man den Winkel PCB, und aus dem Abstande des Scheitelpuncts A von P den Winkel PCA. Der Unterscheid dieser Winkel oder ihre Summe, wenn der Pol zwischen beyden Scheitelpuncten liegt, giebt den Winkel ACB = *aCb*, und folglich die Anzahl der Grade, welche die Mittagslinie *ab* enthält. Man kann stat des Pols ein jedes anderes Punct an der Weltkugel gebrauchen, seinen Abstand von den Scheitelpuncten A und B bestimmen, und dadurch zur Erkänntniß des Winkels ACB gelangen. Wenn nun die Erde eine vollkommene Kugel ist, und die Mittagskreise Circul sind, so weiß man, daß alle Grade auch von gleicher Länge sind, und man findet den ganzen Umfang der Erde aus der Proportion, die Grade des Bogens *ab* verhalten sich zu 360 Grade, wie die gemessene Länge zu der Länge des ganzen Umfanges der Erde. Und hieraus findet man aus der bekannten Verhältnisse der Circulperipherie zum Durchmesser die Grösse des Halbmessers der Erdkugel.

§. 309.

Digitized by Google

§. 309.

Man ist dieser Methode schon in den ältesten Zeiten und zwar, wie es scheinet, mehr der Erdbeschreibung als Sternkunde wegen gefolget. Die erste Arbeit, von welcher wir hierüber umständliche Nachricht haben, ist diejenige, welche **Erathostenes** etwa drittehalb hundert Jahr vor der christlichen Zeitrechnung unternommen. Er glaubte das Syene und Alexandrien unter einerley Mittagskreis lagen, und machte durch seine Beobachtungen aus, daß ihr Abstand 7° 12′ betrage. Seine Messung setzte den Abstand dieser Oerter auf 5000 Stadien und darnach würden 694,5 einen Grad ausmachen. Er nahm dafür die runde Zahl 700 Stadien und gab den Umfang der Erde 252000 Stadien an. Da man aber die Grösse seiner Stadien nicht bestimmt genug kennet, so ist seine Arbeit nicht sehr brauchbar. Man muß eben dies von den Arbeiten **Hipparchs** und **Posidonius** und der Araber sagen. **Snellius** und die, welche ihm in diesen Unternehmungen in neuern Zeiten gefolgt sind, haben von ihren Arbeiten zuerst vollständigere Nachrichten hinterlassen. Die genauesten Arbeiten hierin hat man bisher der Akademie der Wissenschaften zu Paris zu danken. Ich muß sie hier berühren.

§. 310.

Ich habe eben angeführet, daß die wichtigsten Bemühungen, welche auf diese Arbeit verwendet worden durch die Ungewißheit brauchbar geworden, in welcher die Nachkommen über das dabey gebrauchte Maaß gerathen sind. **Picard** dem diese Arbeit 1669 aufgetragen war, wandte deswegen hierauf alle

Digitized by Google

alle zu seinen Zeiten mögliche Aufmerksamkeit an. Er gebrauchte das Maaß, welches im grossen Chatelet zu Paris aufbehalten wird, verglich es mit der Länge eines Penduls, welches Secunden schlug, und fand, daß selbiges nach vorgedachtem Maasse 36 Z. 8,5 L. ausmachte; überdem hatte man das Maaß selbst, welches er gebraucht hatte, in der Königlichen Sternwarte aufbewahret, und gleichwohl war man 60 Jahr nachher zweifelhaft und ungewiß über die wahre Länge desselben. Selbst die Länge des Penduls konnte diese Ungewißheit nicht heben, indem die nachfolgenden Zeiten erst einige dabey anzuwendende Vorsichtigkeiten entdeckt hatten, die zu Picards Zeiten für unerheblich gehalten wurden. Zum Unglück war dazu der eine Endpunct seiner gemessenen Grundlinie ungewiß geworden, und man konnte daher auch durch eine Nachmessung derselben sein gebrauchtes Maaß nicht wieder finden. Indessen ist diese Arbeit wiederholt und noch 1756 nachgemessen worden.

§. 311.

Als nachher beschlossen ward, die Figur der Erde zu bestimmen, sowohl unter dem Polarcircul als unter der Linie eben dergleichen Messungen zu unternehmen, wurden nach eben dem Muster, welches im Chatelet verwahrt ist, drey verschiedene Maaßstäbe gemacht, und alle Vorsichtigkeit angewendet. Eines sollte unter dem Polarkreise, das zweyte unter der Linie gebraucht werden, und das dritte behielte Mairan für sich. Bey einer nach ihrer Wiederkunft angestellten Vergleichung fand man gleichwohl, daß der erste um $\frac{1}{217}$ einer Linie grösser als der zweyte, und

und dieser $\frac{1}{175}$ einer Linie grösser als der Mairansche sey. So überaus schwer ist es, nur zween Maaßstäbe zu erhalten, die genau einerley Länge haben oder einerley Länge behalten. Nach allen diesen Messungen fand man endlich die Länge eines Grades unter der Breite von Paris 57060, Toisen oder 342360 Fuß, nach dem Maasse, welches unter dem Polarkreise gebraucht worden. Der Umfang der Erde würde hiernach 20545910 Toisen, und der Halbmesser 3269985,24 Toisen ausmachen, wenn die Erde eine vollkommene Kugel wäre. Nach dieser Voraussetzung würde nach der §. 306 angeführten Verhältnisse des Erddurchmessers zum Abstande der Sonne von der Erde derselbe 32 Millionen, und 845108 Meilen, zu 2282 Toisen gerechnet, betragen.

§. 312.

Man hatte schon lange einen Verdacht, daß die Figur der Erde nicht vollkommen kugelförmig sey, und die Erde daher nicht durchaus einen gleich grossen Durchmesser oder Umfang habe. Dies erhielte einen grossen Grad der Wahrscheinlichkeit, so bald man auf Erscheinungen, welche mit der Figur der Erde in Verbindung stunden, einige Aufmerksamkeit wandte.

Da es aus der an verschiedenen Orten verschiedenen Schwere eines Cörpers ausgemacht ist, daß sich die Erde um ihre Axe drehet, und da diese Verschiedenheit eben aus der durch die Umdrehung der Erde in den Cörpern erregten Centrifugalkraft entstehet, so siehet man wohl, daß diese Verschiedenheit einem andern Gesetze folge, wenn die Erde eine Kugel ist, als wenn sie eine andere Gestalt hat. Und dies war

die

die erste Erscheinung, welche man auf diese Untersuchung anwendete. Man stelle sich vor, die Erde stehe in Ruhe, so werden alle Cörper, welche von ihrem Mittelpuncte gleich weit entfernet sind, eine gleich starke Neigung haben in den Mittelpunct zu fallen, sie werden gleiche Schwere haben, und wenn die Erde eine flüssige Oberfläche hatte, so musten nach den Hydrostatischen Gesetzen alle Puncte der Oberfläche von dem Mittelpuncte gleiche Entfernung haben.

§. 313.

Wenn man nun diese Erde um einen ihrer Durchmesser in Bewegung setzet, so erhalten die Cörper eine desto stärkere Bewegung, je näher sie an der Linie liegen, dadurch wird ihnen eine stärkere Centrifugalkraft mitgetheilet, und ihre Schwere verringert. Hätte die Erde eine flüssige Oberfläche, so würde dadurch das ganze Gleichgewicht des flüssigen Cörpers gehoben, da er leichter wird, je näher er gegen die Linie liegt, so wird er sich daselbst erheben und gegen die Pole nothwendig sinken, und die Figur der Erde würde nach dem Verhältnisse der Centrifugalkraft und der Schwere von der kugelförmigen Gestalt dergestalt abweichen, daß die Axe kleiner und der Durchmesser der Linie grösser seyn müsse. Man muthmassete aus den Seegewächsen, welche man in den Gebürgen und tief in der Erde fand, daß die Oberfläche der Erde im Anfange flüssig gewesen, und daß der Erde daher vermöge der täglichen Bewegung eine von der Kugel abgehende Gestalt mitgetheilet worden. Man muthmassete noch daraus, weil man wahrgenommen zu haben glaubte, daß die Ufer des Meeres gegen die Pole nicht höher, als

unter

Digitized by Google

unter dem Aequator, über die Wasserfläche erhöhet wären, daß auch die festen Theile der Erde eine solche Figur angenommen hätten; und alle diese Muthmassungen, welche durch die Figur bestätiget wurden, die man an andern Weltcörpern fand, welche eine Bewegung um die Axe haben, waren so viele Gründe für die Astronomen, diese Sache genauer zu untersuchen.

§. 314.

Was auch die Erde für eine Figur haben mag, so ist dies wenigstens ausgemacht, daß sie nicht weit von der Kugel abweiche, und daß die der Linie parallel gehende Kreise kleiner und kleiner werden, je näher man den Polen auf der Oberfläche der Erde komt. Bey der Bewegung der Erde um ihre Axe wird also auch die Centrifugalkraft gegen die Pole kleiner, und daher die Schwere grösser. Es kam also darauf an, zu bestimmen, nach was vor Gesetzen die Schwere abnehmen müsse, wenn ihre Gestalt eine Kugel wäre; sie mit denen Beobachtungen, welche man darüber anstellen konnte, zu vergleichen und dadurch endlich ihre wahre Gestalt zu entdecken. Es ist nicht leicht eine Untersuchung mit mehrern Eifer von den berühmtesten Männern weiter getrieben worden, als eben diese. Eine blosse Erzählung davon würde ein ganzes Werk ausfüllen können. Ich werde gegenwärtig davon nur dasjenige anführen, was unentbehrlich ist das wesentliche dieser Schlüsse zu übersehen.

§. 315.

Wenn zwo Kräfte nach entgegengesetzten Richtungen auf ein Punct würken, so ist es sehr begreiflich, daß die eine der andern hinderlich sey, und daß daher die

Digitized by Google

die Würkung nicht auf die Art erfolgen könne, als wenn die eine Kraft nur allein vorhanden wäre. Man stelle sich vor (Fig. 46) auf B würken zwo Kräfte, eine nach der Richtung BD dergestalt, daß sie in der Zeit *t* das Punct B nach D durch BD treiben würde, eine entgegengesetzte Kraft aber würke zu gleicher Zeit auf B so, daß sie dies Punct in eben der Zeit *t* von B nach F durch BF führen würde.

Wenn die Richtungen beyder Kräfte sich grade entgegengesetzt sind wie BD und BF, so wird das Punct B, der Richtung der grösten Kraft folgen, weil nichts da ist, welches die Bewegung des Cörpers in der graden Linie DF verändern könnte, allein der Punct B wird nicht durch BD, sondern durch BD — BF in der Zeit *t* fortgerückt werden. In diesem Falle ist also BF als ein Maaß des Hindernisses anzusehen, welche der Kraft nach der Richtung BD im Wege stehet, und man kann sagen, daß sich die Hindernisse wie die Räume verhalten, welche die Kräfte, von welchen sie entstehen, in gleichen Zeiten ein Punct B durchzulaufen zwingen, das ist, wie die Kräfte selbst.

§. 316.

Wenn aber die eine Kraft noch auf der vorigen Art nach der Richtung BD würket, eine andere aber nach der Richtung BE, welche mit der vorigen den Winkel DBE einschliesset, und zwar so, daß das Punct B von dieser Kraft in der Zeit *t* durch BE getrieben wird, so ist dies Hinderniß der vorigen Kraft dergestalt entgegengesetzt, daß das Punct B in seiner Bewegung von der graden Linie BD abgezogen wird. Es wird der Diagonallinie eines Parallelogramms

Digitized by Google

folgen müssen, dessen Seiten BD und BE sind, und den Winkel DBE einschliessen, und sich am Ende der Zeit *t* in C befinden, welches alles aus den ersten Grundsätzen der Mechanik bekannt ist. Aber hiebey kann die Frage entstehen, wie groß nun das Hinderniß in Ansehung der Richtung BD sey. Wenn man von C die Linie C*c* senkrecht auf BD herabläßet, so drückt D*c* die Grösse dieses Hindernisses aus. Es ist aber D*c* eine Seite in dem rechtwinklichten Dreyecke CD*c*, worin die Linie DC = BE die Hypothenuse und der Winkel bey D das Complement des Winkels DBE zu zween rechten Winkeln ist. Daher ist

$$Dc = BE \times \cos DBE.$$

§. 317.

So lange nun DBE stumpf ist, ist sein Cosinus zwar negativ, aber der Cosinus seines Complements zu zween rechten Winkeln ist positiv, und daher auch das Hinderniß selbst positiv. Wenn DBE ein rechter Winkel ist, so ist sein Cosinus und auch seines Complements zu zween rechten = o, und in dieser Absicht auch das Hinderniß nichts. Die ganze Kraft erschöpfet sich dadurch, daß B von der Linie BD abgezogen wird. Wenn DBE spitz wird, so ist der Cosinus seines Complements negativ und auch das Hinderniß wird negativ. Es gehet alsdann in eine Mitwürkung über; und das Punct B wird dadurch weiter als durch BD geführet.

§. 318.

Man lege nun um den Mittelpunct C (Fig. 47) zween concentrische Circul und durch C eine Linie P*p*, welche auf die Circulfläche senkrecht stehet, wenn man

Digitized by Google

man sich alsdann vorstellet, daß diese Circul um Pp als einer Axe gedrehet werden, so werden die Puncte A und *a* in gleichen Zeiten die ähnlichen Bogen AB und *ab* beschrieben. Da A hiedurch eine grössere Geschwindigkeit erhält, so hat es auch eine grössere Neigung erhalten, sich von dem Mittelpuncte des Circuls C in der Linie AE zu entfernen oder eine grössere Centrifugalkraft. Wenn A und *a* durch nichts mit dem Mittelpuncte C verbunden wären, so würden sie in dem Anfange der Bewegung nach der ihnen beygebrachten Richtung in den Berührungslinien AE und *ae* fortgehen. Da dies nicht geschiehet, so muß etwas da seyn, welches diese Puncte beständig gegen C zurückziehet und sie dadurch in einerley Entfernung von C erhält. Man nennet eine Kraft, welche einen Cörper beständig gegen einerley Punct treibet, die Centripetalkraft, und diese mit der Centrifugalkraft zusammen genommen, die Centralkräfte: Beyde Kräfte würken bey dieser Betrachtung nach Richtungen, die bey A den rechten Winkel einschliessen, und das ganze Hinderniß, welches eine der andern entgegen setzt, erschöpfet sich in der veränderten Richtung der Bewegung, wenn der Bogen AB klein genug ist, sich mit der graden Linie durch A und B zu vermischen §. 317. In diesem Falle drücken daher auch die Linien AD und AV die Grösse der Centralkräfte des Puncts A aus, das ist, man muß sagen das Punct A würde um AV gegen den Mittelpunct C herabgefallen seyn während der Zeit, die es zur Bewegung durch AB gebraucht hat, wenn die Centrifugalkraft es nicht zurückgehalten hätte, und eben so würde es in der Zeit durch AD

Digitized by Google

fortgegangen seyn, wenn es nicht von der Centripetalkraft wäre verhindert worden.

§. 319.

Eben dies muß von dem Puncte *a* gelten. AV und *av* sind Quersinus der Bogen AB und *ab*; die Linien AD und *ad* sind Sinus derselben Bogen, welche für ähnliche Bogen sich wie ihre Quersinus oder auch wie ihre Halbmesser verhalten. Daher kann man sagen, daß die Centralkräfte überhaupt der Puncte A und *a* sich wie die Quersinus oder wie die Sinus der Bogen verhalten, welche solche Puncte in kleinen Zeiten beschreiben.

Weil BE und *be* oder nach unserer Voraussetzung die graden Linien, welche von D und *d* senkrecht auf die Kreise gezogen werden, sich wie AV und *av* verhalten, so hat man noch eben das Verhältniß der Centralkräfte, wenn man ihre Würkungen blos in der Richtung der Linie AC betrachtet.

§. 320.

Wenn man diese Richtung der Centrifugalkräfte in der Linie AC behält, und man setzet, daß die Centripetalkräfte gegen ein anderes Punct der Axe M würken und also die Richtungen der Centralkräfte die Winkel MAC und M*a*C einschliessen, so findet man nach §. 316. die Verhältnisse der Würkung der Centrifugalkräfte wie $AV \times \cos MAC : av \times \cos MaC$, oder wie $AC \times \cos MAC : aC \times \cos MaC$, und und da $\cos MAC = \frac{AC}{MA}$ und $\cos MaC = \frac{aC}{Ma}$ ist, so kann man auch dies Verhältniß $\frac{AC^2}{MA} : \frac{aC^2}{Ma}$ setzen.

Digitized by Google

§. 321.

Man siehet leicht, daß alle diese Verhältnisse ungeändert bleiben, wenn man die beyden Kreise in verschiedene Flächen leget, doch so, daß die Axe durch ihre Mittelpuncte gehet und senkrecht auf ihre Flächen stehet wie (Fig. 48.). Auch da ist das Verhältniß der Würkungen der Centrifugalkräfte wie $\frac{AC^2}{MA} : \frac{aC^2}{Ma}$, oder wenn $MA = Ma$ ist, wie $AC^2 : aC^2$. Dies letztere findet nun seine Anwendung für die Erde, wenn sie eine Kugel ist. Wenn Pp die Axe ist, um welcher ihre tägliche Bewegung geschiehet; M ihr Mittelpunct die beyden Circul zwey Parallelkreise, so sind AC und aC die Cosinus der Breiten dieser Kreise, und die Würkungen der aus der Bewegung der Erde um ihre Axe in verschiedenen Breiten erlangten Centrifugalkräfte gegen die Schwere müssen sich wie die Quadrate der Cosinus der Breiten verhalten.

§. 322.

Nachdem hiedurch das Gesetz ausmacht war, nach welcher die Schwere an Orten verschiedener Breite durch die Centrifugalkraft abgeändert werden muste, wenn sie eine vollkommene Kugel ist, so kam es nun darauf an, Erscheinungen aufzusuchen, an welchen die verschiedene Schwere genau beobachtet werden konnte. Man muste nothwendig auf das Pendul verfallen, dessen ganze Bewegung eine Würkung der Schwere ist, und von welchem man schon wuste, daß es in verschiedenen Breiten verschiedene Länge haben müsse, wenn es seine Schwingungen in gleichen Zeiten verrichten sollte. Man untersuchte, wie

Digitized by Google

aus der verschiedenen Länge der Penduln die verschiedene Schwere bestimmet werden könne.

§. 323.

In der Mechanik wird bewiesen, daß die Zeit, in welcher ein Pendul eine Schwingung verrichtet, sich zu der Zeit, in welcher ein schwerer Cörper von einer der halben Pendullänge gleichen Höhe herabfällt, verhalte wie der Umkreis eines Kreises zum Durchmesser; diese Zeiten sind also in beständiger Verhältniß. Hat man zwey Pendul von verschiedener Länge L und l, so verhalten sich die Zeiten, in welchen sie eine Schwingung vollbringen, wie die Zeiten, in welchen ein schwerer Cörper senkrecht durch die Höhen $\frac{1}{2}$L und $\frac{1}{2}l$ herabfallen würde. Da aber diese Höhen selbst in dem Verhältnisse der Quadrate der Zeiten des senkrechten Falles durch dieselben stehen, so muß man auch sagen, daß das Quadrat der Zeit einer Schwingung des Penduls L zu dem Quadrat der Zeit einer Schwingung des Penduls l sich verhalte wie L zu l, das ist, wie die Länge der Penduln. Aus der angegebenen Verhältnisse zwischen der Zeit einer Schwingung des Penduls L und dem Falle eines schweren Cörpers durch $\frac{1}{2}$L findet man nun leicht die Zeit, welche ein schwerer Cörper gebraucht, durch $\frac{1}{2}$L herabzufallen. Wenn die Zeit einer Schwingung des Penduls T ist, und $p:d$ das Verhältniß der Peripherie zum Durchmesser ausdrückt, so ist diese Zeit, die ein schwerer Cörper durch $\frac{1}{2}$L zu fallen gebraucht $= \frac{Td}{p}$. Und hieraus erhält man ferner die Höhe a, durch welche ein schwerer Cör-

Digitized by Google

Cörper in jeder gegebenen Zeit t fällt. Es ist nämlich

$$\frac{T^2 d^2}{p^2} : t^2 = \tfrac{1}{2} L : a;$$

und daher

$$a = \frac{L \times t^2 \times p^2}{2 T^2 d^2}.$$

Wenn $T = t$ ist, so wird

$$a = \frac{L \times p^2}{2 d^2}.$$

Man fand auf diese Art, daß ein Secunden-Pendul zu Paris $440{,}57$, und unter der Linie $438{,}9$ Linien lang seyn, und daß ein schwerer Cörper am ersten Orte $2171{,}922$, und am andern $2163{,}589$ Linien in einer Secunde herabfallen müsse.

§. 324.

Wenn man nun annimt, daß ein Secundenpendul an Orten von verschiedener Breite die Längen L und l hat, so ist die Höhe, aus welcher ein schwerer Cörper an dem erstern Orte in einer Secunde herabfällt $\frac{L \times p^2}{d^2}$, und diejenige, in welcher er in eben der Zeit am andern fällt $\frac{l \times p^2}{d^2}$. Daher wird sich die Schwere an diesen verschiedenen Orten, wie diese Würkungen oder wie $L : l$ verhalten. Man setze nun G sey die Schwere auf der Oberfläche der Erde, wenn sie sich nicht um ihre Axe drehete, oder wie sie bey ihrer Bewegung um die Axe unter den Polen seyn würde, wenn sie eine Kugel wäre, welche ich die absolute Schwere nennen will, und L die dazu

Digitized by Google

gehörige Länge eines Secundenpenduls; g sey die relative Schwere in einer Breite b und l die Länge eines Secundenpenduls; γ sey die relative Schwere in der Breite β und λ die Länge eines Secundenpenduls, so erhält man folgende Proportionen

$$L : l = G : g$$
$$L : \lambda = G : \gamma$$
$$L - l : L - \lambda = G - g : G - \gamma.$$

Da nun $G - g : G - \gamma = \text{cos}\,90° - \text{cos}\,b : \text{cos}\,90° - \text{cos}\,\beta = \text{cos}\,b : \text{cos}\,\beta$ ist §. 321. so folget auch daraus, daß

$$L - l : L - \lambda = \text{cos}\,b : \text{cos}\,\beta$$

sey. Findet nun diese Proportion nicht stat, so kann auch die Figur der Erde keine Kugel seyn.

§. 325.

Es kam also nur darauf an, die Länge L oder des Secundenpenduls zu finden, wenn die Erde in Ruhe ist, oder welche das Pendul unter den Polen haben müste, wenn sie um ihre Axe beweget wird, und eine Kugel ist. Um diese zu finden, suchte man zuerst die Grösse der Centrifugalkraft unter dem Aequator zu bestimmen. Aus dem bekannten Halbmesser der Erde und der Zeit ihrer Umdrehung um ihre Axe findet man den Bogen, welchen ein Punct auf der Oberfläche der Erde zurücklegt und den Quersinus dieses Bogens für den Halbmesser der Erde, welcher die Centrifugalkraft unter der Linie ausdrücken würde §. 319. Da sich nun die Centrifugalkräfte unter verschiedenen Breiten wie die Quadrate der Cosinus der Breiten verhalten §. 321. so konnte man daraus die Centrifugalkraft für jede Breite finden. Wenn aber diese zu der durch die Beobachtung ausgemachte

Höhe,

Digitized by Google

Höhe, in welcher ein schwerer Cörper in einer gewissen Zeit herabfällt, hinzugesetzt wird, so hat man die absolute Schwere oder die Höhe, von welcher ein schwerer Cörper unter den Polen herabfallen würde. Wenn man dieselbe A nennet, so ist $A = \frac{L \times p^2}{2d^2}$ und daher $L = \frac{2d^2 A}{p^2}$.

§. 326.

Wenn man nach der Caßinischen Messung die Länge eines Grades annimt 57292 Toisen, so wird der Halbmesser der Erde 19695539 Fuß betragen. Aus der Zeit einer Umdrehung der Erde um ihre Axe 23 St. 6 M. 9 Sec. findet man, daß sich ein Punct der Oberfläche in einer Secunde durch $15'',_{04}$ bewege, welches ein Bogen ist dessen Quersinus für den Halbmesser der Erde $7,_{54}$ Linien ausmacht. Dies ist die Centrifugalkraft unter der Linie. Aus der beobachteten Breite von Paris 48°50′ findet man zu dem Quadrat des Cosinus der Breite unter der Linie 1; dem Quadrate des Cosinus der Breite von Paris und $7,_{54}$; die vierte Proportionalzahl $3,_{27}$; welche die Centrifugalkraft in der Breite von Paris ausdrückt. Nach den neuesten Beobachtungen fällt ein Cörper zu Paris in einer Secunde $2171,_{92}$ Linien, und wenn man $3,_{27}$ Linien hinzusetzet, so findet man $2175,_{19}$ Linien für die absolute Schwere oder die Höhe A, von welcher ein schwerer Cörper unter den Polen hinabfallen würde.

§. 327.

Wenn man eben diese Grösse für die Beobachtung des Falles eines schweren Cörpers nahe an der Linie

Digitized by Google

ſucht, wo er in einer Secunde 2163,59 Linien fällt, ſo findet man für eben die Höhe A 2171,13 Linien. Da dieſe Zahlen nicht übereinſtimmen, ſo ſiehet man daraus, daß die Höhe, in welche ein ſchwerer Cörper in Paris in einer Secunde herabfällt, gröſſer iſt, als ſie ſeyn könnte, wenn die Erde eine vollkommene Kugel wäre, daß die Schwere für die Breite von Paris zu groß oder die Centrifugalkraft zu klein ſey, daß daher der Halbmeſſer des Parallelkreiſes für Paris kleiner ſey, als er ſeyn müſte, wenn die Erde eine Kugel wäre, und daß, da eben dies in allen Breiten ſtat findet, die Erde um den Polen abgeflacht oder die Erdaxe kleiner als der Durchmeſſer des Aequators ſeyn müſſe. Und hieraus wird es begreiflich ſeyn, in welchem Zuſammenhange die verſchiedene Schwere und davon abhängende Pendullänge mit der Figur der Erde ſtehe.

§. 328.

Newton gieng noch weiter und ſuchte aus der Pendullänge das eigentliche Verhältniß der Axe zum Durchmeſſer des Aequators zu beſtimmen. Er nahm an, und man hat es hernach bewieſen, daß die Zunahme der Schwere oder der Pendullänge vom Aequator an in dem Verhältniſſe der Quadrate der Breiten fortgehe. Wenn man nun aus der Erfahrung den Unterſcheid der Pendullänge unter der Linie und Paris in einer Breite von 45° 50′ 15″ nach §. 323. findet 1,67 Linien, ſo findet man den Unterſcheid der Pendullänge unter dem Aequator und den Polen 2,94 Linien, und daher das Verhältniß der Pendullängen oder Schwere unter der Linie und den Polen wie 348,83 zu 441,77, das iſt beynahe wie

Digitized by Google

229 zu 230. Da sich aber die Schweren umgekehrt wie die Entfernungen von dem Puncte verhalten, gegen welchen sie würken, welches in unserm Falle der Mittelpunct der Erde ist, so verhält sich der Halbmesser der Linie zur halben Axe, mithin auch der Durchmesser zur Axe wie 230 zu 229.

§. 329.

Bey dieser ganzen Betrachtung ist angenommen worden, daß die Erde durchaus eine gleiche Dichtigkeit habe, und also ein Punct auf der Oberfläche der Erde allein gegen den Mittelpunct derselben gezogen werde. Wenn dies nicht wäre, so würden auch die daraus gezogene Folgen keine vollkommene Richtigkeit haben. Es ist wahrscheinlich, daß die Dichtigkeit der Erde gegen den Mittelpunct zunimt, und wenn man das Gesetz dafür herausbringen könnte, so würde man dadurch im Stande seyn, die Figur der Erde aus der Schwere allein mit vollkommener Genauigkeit zu bestimmen. Allein man konnte hierin nicht zu der erforderlichen Gewißheit gelangen. Das, was hier die Furcht die Wahrheit gänzlich zu verfehlen vermehrte, war die Messung, welche man in Frankreich gemacht hatte, und aus welcher man grade das Gegentheil schliessen muste, daß nämlich der Durchmesser der Linie kleiner sey, als die Axe. Um also diese Sache zu entscheiden, muste man zur Abmessung der Länge verschiedener Grade der Mittagskreise unter verschiedenen Breiten seine Zuflucht nehmen. Sie ward durch die Akademie der Wissenschaften zu Paris unter der Linie und dem Polarkreise veranstaltet, und aus ihrer Vergleichung mit der wiederholten Messung in Frankreich die vermittelst

mittelst der Schwere gefundene Abflachung der Erde gegen die Pole bestätiget. Ich werde auch hier zu zeigen suchen, wie aus dergleichen Messungen die Figur der Erde bestimmt werden könne.

§. 330.

Aus der Geometrie ist es bekannt, daß jeder Circul um und um gleich stark gekrümmt sey, und man siehet eben so leicht, daß die Krümmung in verschiedenen Kreisen dergestallt verschieden sey, daß sie in einem kleinern Kreise stärker und in einem kleinern schwächer seyn müsse. Man ziehe zu dem Ende verschiedene Kreise (Fig. 49), welche sich sämmtlich in A berühren. Durch A sey die Berührungslinie AT, und aus den Mittelpuncten der Kreise die Linien CT, *ct* und *γτ* parallel gezogen, so sind die Winkel an den Mittelpuncten gleich, und die Bogen AB, A*b* und A*β* enthalten eine gleiche Anzahl Grade. Es ist aber der Abstand des Puncts *β* kleiner als des Puncts *b*, und des Puncts *b* kleiner als des Puncts B von dem durch A gezogenen Durchmesser der Kreise, und da dieser Abstand dem Sinus der Bogen A*β*, A*b* und AB gleich ist, so muß man überhaupt sagen, daß alle Puncte der Kreise, welche von dem Berührungspunct gleich viele Grade entfernet sind, in den kleinern Kreisen näher an diesen Durchmesser liegen, als in den grössern, das ist, kleinere Kreise haben eine grössere Krümmung oder die Krümmungen der Kreise sind in umgekehrter Verhältniß ihrer Halbmesser.

§. 331.

Die Geometer haben daher die Kreise längst gebraucht um damit die Krümmungen zu vergleichen, welche

Digitized by Google

welche andere Linien in verschiedenen Puncten haben, und in der Geometrie wird die Methode gelehret, wie man für jedes Punct einer krummen Linie den Halbmesser eines Kreises finden könne, der eben eine solche Krümmung hat, als die krumme Linie in solchem Puncte. Man nennet dergleichen Kreise **Krümmungskreise**, und ihre Halbmesser **Krümmungshalbmesser**. Wenn man auf diese Art durch ein gegebenes Punct einer krummen Linie den Krümmungskreis gezogen hat, und man ziehet die Berührungslinie der krummen Linie, so lieget der Mittelpunct des Krümmungskreises in der Linie, welche auf der Berührungslinie senkrecht stehet, und der Krümmungshalbmesser ist desto gröſſer oder kleiner, nachdem die Krümmung der Linie schwächer oder stärker ist.

§. 332.

Wenn nun ABCD (Fig. 50) eine krumme Linie ist, die in sich selbst zurückläuft, ihre Höhlung beständig gegen ein bestimmtes Punct richtet, und in A stärker gekrümmt ist als in C, so wird der Krümmungshalbmesser für A kleiner, als für C seyn. Man ziehe *a*A und *c*C auf die krumme Linie senkrecht, so liegt der Mittelpunct des Krümmungskreises für A in der verlängerten Linie *a*A und für C ebenfals in der verlängerten Linie *c*C. Man stelle sich vor, der erstere liege in F und der andere in E, und ziehe die Krümmungskreise durch die Puncte A und C. Man ziehe durch F und E die graden Linien F*b* und E*d*, so daß der Winkel AF*b* = CE*d* werde und klein genug sey, daß die zwischen den Schenkeln liegende Bogen der krummen Linie nicht von den Bogen der Krüm-

Digitized by Google

Krümmungskreise unterschieden sind, so stehen auch *Fb* und *Ed* auf die krumme Linie senkrecht, und die Bogen der Krümmungskreise enthalten gleich viele Grade, und ihre Längen verhalten sich daher, wie ihre Halbmesser, und in eben dem Verhältnisse stehen auch die Bogen der krummen Linie bey A und C. Sie sind also bey A, wo die Krümmung stärker ist, kleiner, als bey C, wo dieselbe schwächer ist.

§. 333.

Man kann hieraus schliessen, daß wenn auch die Bogen bey A und C grösser sind, als daß die durch A und C gezogene Krümmungskreise sich mit der krummen Linie vermischen, dennoch die Bogen bey A nicht so lang als bey C sind, wenn die Winkel bey F und E gleich groß sind, und die Krümmung durch den ganzen Bogen bey A stärker ist, als die durch den ganzen Bogen bey C. Man darf nur die Winkel bey F und E in gleich viele Theile abtheilen, die klein genug sind, daß die vorige Betrachtung ihre Anwendung finde. Da nun für jeden Theil des Bogens bey C ein Bogen bey A gefunden wird, der kleiner ist, so ist auch die Summe aller Theile bey A kleiner, als die Summe aller Theile bey C, das ist, der ganze Bogen bey A ist kleiner, als der ganze Bogen bey C. Wenn man daher die Grade einer krummen Linie nach den Winkeln bestimmet, welche die Halbmesser der Krümmungskreise einschliessen, so muß man annehmen, daß ein Grad der krummen Linie daselbst nicht so lang sey, wo dieselbe stärker gekrümmt ist, als da wo ihre Krümmung schwächer ist, und umgekehrt. Aus der verschiedenen Länge

der

Digitized by Google

der Grade einer krummen Linie, kann man daher auf die verschiedene Krümmungen derselben schliessen.

§. 334.

In der Erdbeschreibung findet dies würklich seine Anwendung. Die Erde mag eine Figur haben, welche sie wolle, so sind doch die Schnitte der Mittagskreise mit ihrer Oberfläche krumme in sich selbst laufende Linien, deren Hölung beständig gegen den Mittelpunct der Erde gerichtet ist. Wir messen aber auch die Grade der Bogen einer solchen Linie wie CD durch den Winkel, welchen die Verticallinien Cc und Dd einschliessen, das ist durch den Winkel cEd. Wenn man nämlich gefunden hat, daß ein Weltcörper der keine Parallaxe hat, in D gerade durch den Scheitelpunct gehet, und in C um den Winkel cC∂ von demselben entfernet bleibet, indem er in C in der Linie C∂, welche mit Dd parallel gehet, gesehen wird, so schliesset man, daß der Bogen CD so viele Grade enthalte, als der Winkel cC∂. Es ist aber der Winkel cC∂ dem Winkel CED gleich, welchen die Halbmesser der Krümmungen in C und D einschliessen. Wenn man also an verschiedenen Orten die Länge der Bogen eines Mittagskreises misset, und zugleich die Grade bestimmet, welche diese Bogen enthalten, und findet bey C einen Grad länger als bey A, so schliesset man daraus, daß die Krümmung des Mittagskreises in C schwächer, und in A stärker sey.

§. 335.

Hierauf gründete sich die Unternehmung der französischen Akademisten, welche nach America und Lappland giengen um die Länge eines Grades unter

der

der Linie und dem Polarkreise zu messen. Man wiederholte auch die in Frankreich geschehene Messung und brachte dadurch heraus, daß die Länge eines Grades

unter der Linie = = = 56747 Toisen
in der Breite von 49° 23′ = 57072 =
in der Breite von 66° 20′ = 57422 =

betrüge. Hieraus folgte nun, daß die Grade von der Linie gegen die Pole länger werden, und daß die Erde gegen die Pole zu abgeflacht sey, und die Sache ward also wenigstens, was den Hauptpunct betrifft, entschieden.

§. 336.

Wenn man annimmt, daß die Mittagskreise Ellipsen sind, so erhält man aus der Vergleichung zwoer Messungen das Verhältniß des Durchmessers der Linie und der Erdaxe. Die Vergleichung der Messungen unter der Linie und Frankreich giebt das Verhältniß 304 zu 303, und die Vergleichung der Messung unter der Linie und dem Polarkreise 210 zu 209, und das erstere ist daher $\frac{1}{613}$ kleiner als das letzte. Wenn man diesen Unterscheid für zu groß hält, als daß man ihn bey Messungen annehmen wollte, die mit so vieler Vorsichtigkeit angestellet sind, so muß man sagen, daß die Voraussetzung falsch sey, und die Meridiane keine Ellipsen sind.

§. 337.

Der Unterscheid der Länge eines Grades unter der Linie und in der Breite von 49°23′ beträgt 325 Toisen und 675 Toisen der Unterscheid der Länge eines Grades unter der Linie und der Breite von

66°

Digitized by Google

66° 20′. Boguer verglich mit diesen Zahlen verschiedene Potenzen der Sinus von den dazu gehörigen Breiten, und fand, daß die vierte Potenzen der Sinus von 49° 23′ und 66° 20′, das ist, 337772 und 704515 sich beynahe wie 325 und 675 verhalten. Er nahm daher für das Gesetz der krummen Linie, welche die Meridiane vorstellen sollte, an, daß die Länge der Grade sich, wie die vierten Potenzen des Abstandes von der Axe der Linie verhalten sollten, und darnach fand er die halbe Axe der Erde 3262688 Toisen für den Halbmesser der Linie 3281013 Toisen.

Es ist wahrscheinlich, daß er dadurch der krummen Linie näher gekommen sey, welche die eigentliche Mittagskreise darstellet, allein man siehet auch leicht, daß diese drey Messungen lange nicht hinreichen, das Gesetz derselben auszumachen, und die Figur der Erde genau zu bestimmen.

§. 338.

Da also die Figur der Erde von der Kugel merklich abweichet, so siehet man wohl, daß die Linie von der Oberfläche der Erde bis zu ihren Mittelpunct nicht allenthalben von gleicher Länge seyn könne. Man nennet diese Linie indessen doch auch den Halbmesser der Erde ungeachtet dies Wort eigentlich nur bey der Kugel gebraucht wird, man nennet das Punct, wo die Axe die Fläche der Linie schneidet, den Mittelpunct der Erde. Wenn man hier aber mit völliger Genauigkeit sprechen will, so muß man zugleich die Breite des Orts angeben, für welchen man den Halbmesser der Erde verstanden wissen will, indem sie für Oerter von verschiedener Breite

Digitized by Google

nothwendig verschiedene Grösse haben. Man hat dies zu merken, wenn man aus der horizontalen Parallaxe eines Weltcörpers seinen Abstand von der Erde sucht. Die Horizontalparallaxe ist für Oerter in verschiedener Breite ungleich, weil sie einen ungleichen Halbmesser der Erde haben. Man suchet daher gemeiniglich die Horizontalparallaxe für die Linie, und so findet man sie für eine jegliche Breite aus dem Verhältnisse des Halbmessers der Linie zu den Halbmesser der gegebenen Breite.

§. 339.

Die Sonne ist weit genug von uns entfernet, daß der Unterscheid zwischen der Erdachse und dem Durchmesser der Linie, für die Genauigkeit, welche wir gegenwärtig noch erreichen können, eben keinen merklichen Einfluß auf ihre Parallaxe haben kann; allein bey dem Monde findet diese Betrachtung schon jetzt ihre völlige Anwendung. Man hat dies endlich auch noch in Betrachtung zu ziehen, wenn man aus der scheinbaren Lage eines Weltcörpers gegen einen Ort auf der Oberfläche der Erde E (Fig. 51) seine wahre Lage gegen den Mittelpunct derselben C, oder umgekehrt sucht. Man muß im erstern Falle aus der Lage eines Weltcörpers gegen die Scheitellinie EF vermittelst des Winkels CEG die Lage desselben gegen EC suchen, und dann kann man erst aus der bekannten Parallaxe seine Lage gegen den Mittelpunct C bestimmen, und auf ähnlicher Art verfähret man bey der umgekehrten Aufgabe. Der Winkel GEC, welchen der Halbmesser der Krümmung mit dem Halbmesser der Erde bey E einschliesset, kann nur in so weit genau bekannt seyn, als die Figur der Erde ausgemacht ist.

§. 340.

Digitized by Google

§. 340.

Wenn man nun die Horizontalparallaxe der Sonne, welche man zu 9 Secunden annehmen kann, und den scheinbaren Durchmesser der Sonne von 32′ nach §. 150 gebrauchet, so findet man das Verhältniß des Durchmessers der Erde und Sonne 18 : 1920 oder 1 : 106,77. Und wenn man setzt, daß sie in der Figur einander ähnlich sind, das Verhältniß ihrer cörperlichen Gröſsen wie 1 : 1217420. Wenn man beyde Weltcörper für Kugeln annimmt, so findet man die wahre Gröſse der Erde und der Sonne aus dem bekannten Durchmesser der Erde beynahe. Genauer würde man sie vermittelst der höhern Geometrie für die Figur der Erde, so weit sie bekannt ist, finden, aber nie vollkommen, so lange die Figur der Erde und der Sonne nicht genau ausgemacht sind.

§. 341.

Man wird selten die Sonne lange durch ein auch nur kleines Sehrohr betrachten können, ohne auf derselben schwarze Flecken gewahr zu werden, die mit einer bläſsern zuweilen ins gelbe fallende Atmosphäre umgeben, in gröſsern Sehröhren erscheinen. Man pfleget diese Atmosphäre auch den Schatten der Flecken zu nennen. Scheiner und Galiläus machten diese Entdeckung zuerst. Ihre Figur ist verschieden und selbst an einem Flecken veränderlich, und eben dies muß man von ihrer Gröſse sagen. Zuweilen entstehen sie mitten in der Sonnenscheibe und verschwinden auch daselbst. Zuweilen siehet man sie am Rande der Sonne in einer schmalen zusammengezogenen Figur entstehen, sich mit einer Oefnung ihrer Figur über die Sonnenscheibe wegbewe-

Digitized by Google

gen und an dem andern Rande verschwinden. Man hat einige nach Verlauf einiger Zeit unter derselben Figur wieder hervorkommen und eben den vorigen Weg nehmen sehen. Wenn verschiedene Flecken zugleich in der Sonne gesehen werden, so sind die Wege, welche sie nehmen parallel, und folgen den Gesetzen der Projection von Parallelkreisen auf der Sonnenscheibe. Die Schatten der Flecken erstrecken sich oft über einen beträchtlichen Theil der Sonnenscheibe. Man sieht sie zuweilen, ohne Flecken gewahr zu werden; zuweilen entstehen bald darauf an solchem Orte Flecken, und zuweilen sieht man sie nachbleiben, wenn an einem Orte Flecken verschwunden sind. Caßini nannte dergleichen matte Stellen in der Sonne Fackeln, Scheiner und Hevel gebrauchten diese Nahmen für diejenigen Stellen, welche sie in der Sonne gesehen haben wollten, und welche heller als der übrige Theil der Sonne gewesen.

§. 342.

Eine solche Beobachtung war im Anfange so sonderbar, daß es gefährlich zu seyn schien, sie bekannt zu machen, da das Vorurtheil von der gänzlichen Reinigkeit des Sonnenlichtes, ich weiß nicht, was für eine Gottlosigkeit bey dieser Bekanntmachung befürchten ließ. So sehr indessen die Wahrheit dieser Erscheinung auſſer allen Zweifel gesetzt ward, so wenig ist es bisher den Naturforschern gelungen, diese Erscheinung mit Gewißheit zu erklären. Einige hielten sie für eine Lave Feuerspeyender Schlünde, wodurch in dem Feuermeere, welches die Oberfläche der Sonne bedeckte, Insuln gebildet wurden, die nachher von diesem Feuer wieder verzehret wurden; andere

Digitized by Google

andre hielten sie für einen harzigten Schaum, welcher aus der Sonne heraufkochen, und sich auf ihrer Oberfläche festsetzen sollte; und andre glaubten, daß es Sonnenberge wären, die bey einer Art von Ebbe aus dem Feuermeere hervorragen und in der darauf kommenden Fluth wieder verschwinden, oder daß der innere Kern des Sonnencörpers ein dunkler Cörper von unregelmäßiger Figur sey, der bey der Bewegung der Sonne um ihre Axe seine Ecken bald hie bald dort hervorstrecke.

§. 343.

Wenn eine dieser Meynungen den Beobachtungen dieser Erscheinungen mehr gemäß sind als andere, so ist sie doch zur Zeit nichts als eine blosse Muthmassung. Aber mit grösserer Gewißheit kann aus der Bewegung der Sonnenflecken die Bewegung der Sonne um ihre Axe und die Lage dieser Axe gegen die Axe der Eccliptik und des Aequators der Erde geschlossen werden. Man nennet die Puncte dieser Axe auf der Oberfläche der Sonne, oder wo sie die Oberfläche der Weltkugel treffen, die Sonnenpole, den grösten Kreis der Sonne oder der Weltkugel in Ansehung dieser Axe, den Sonnen-Aequator und den Winkel, welchen der Sonnen-Aequator mit der Eccliptik macht, die Schiefe der Eccliptik in Ansehung des Sonnen-Aequators.

§. 344.

Wenn man die Beobachtungen der Flecken, welche sich um die Sonne herum bewegen, etwas genauer erwäget, so findet man, daß sie fast eben so lange auf der uns zugekehrten Sonnenscheibe sicht-

Digitized by Google

bar sind, als sie auf der andern Seite verdeckt liegen. Hieraus folget, daß diese Flecken selbst auf der Oberfläche der Sonne sind.

Wenn man sich die Sonne in S (Fig. 52) vorstellet, deren Durchmesser HR ist, und RHM sey der Weg eines Flecken, so ziehe man die Berührungslinien HT und RT, welche sich unter einem sehr kleinen Winkel von etwa einem halben Grade in T schneiden sollen. Wenn der Flecken sich auf der Oberfläche der Sonne selbst befindet, so siehet man leicht, daß er den halben Weg beynahe auf dem Theile der in T unsichtbar ist, HMR und die übrige Hälfte auf dem in T sichtbaren Theile zurückleget. So bald man aber die Bahn des Flecken von der Oberfläche der Sonne entfernet und setzen wollte, daß er sich durch ACBD bewege, so kann er nur auf dem kleinen Theile seines Weges ACB sichtbar seyn, und er wird durch den ganzen Bogen BDA unsichtbar seyn. Da dies ganz gegen alle Beobachtungen ist, so muß man nothwendig das erstere annehmen.

§. 345.

Da das ganze Bild der Sonne, welches wir sehen, nichts als eine Projection der Oberfläche der Sonne auf denjenigen grösten Circul derselben ist, welcher den Sonnenrand bestimmt, und dessen Pole in der Mitte der gegen die Erde gerichteten Oberfläche der Sonne liegen, so können die Wege, welche wir die Sonnenflecken über die Sonne nehmen sehen, ebenfals nichts anders als Projectionen ihres wahren Weges seyn. Wenn man diese Flecken nach dem im Cap. 3. angeführten Methoden beobachtet, so findet man, daß sie im Anfange des Junius in

graden

Digitized by Google

graden Linien über die Sonne gehen, welche mit CD (Fig. 53) parallel laufen. Nach der Zeit werden ihre Wege Ellipsen (Fig. 54), die anfangs sehr schmal sind, sich während drey Monathe immer weiter öfnen, und sich während anderer drey Monathe wieder zusammen ziehen, da sie dann wieder grade Linien werden, wie in (Fig. 55). Alsdann fangen ihre Wege an aufs neue Ellipsen zu werden, wie (Fig. 56) die sich durch drey Monathe öfnen und durch andere drey Monathe zusammen ziehen, da sie wieder grade Linien werden, wie Fig. 53.

§. 346.

Alle diese Erscheinungen lassen sich aus der Lehre von den Projectionen und der Bewegung des Auges in der Eccliptik um die Sonne vollständig erklären. Da das Auge sich beständig in der Fläche der Eccliptik befindet, in welcher auch der Mittelpunct der Sonne lieget, so hat man die Axe des grösten Circuls, auf welchen die Sonne projiciret wird, und welchen ich den Projectionscircul nenne, in der Fläche der Eccliptik, und der Projectionscircul stehet daher senkrecht auf der Fläche der Eccliptik. Die Eccliptik selbst und ihre Parallele projiciren sich auf der Sonnenscheibe daher in graden Linien, und AB bedeutet Fig. 53. 54. 55. 56. die Eccliptik, P*p* ihre Axe, und ihre Pole P und *p* liegen allezeit in dem Sonnenrande. Wenn der Sonnenaequator ebenfals in der Fläche der Eccliptik läge, so würde er sich ebenfals mit allen seinen Parallelen in graden Linien allezeit auf der Sonnenscheibe projiciren, und die Sonnenflecken würden beständig in gradlinichten Wegen über die Sonne gehen.

Digitized by Google

§. 347.

Wenn man aber setzet, daß CD der Sonnenaequator die Ecclíptik unter einem gewissen Winkel CGA schneidet, so kann ein Auge diese Projectionen nur dann gradlinicht finden, wenn es sich eben in der Linie befindet, in welcher sich der Aequator und die Ecclíptik schneiden. Man stelle sich nämlich vor, daß das Auge (Fig. 53. 55.) in dieser Durchschnittslinie liege, so lieget es sowohl in der Fläche der Ecliptik als des Sonnenaequators, und die Pole des erstern P und *p* sowohl als des letztern liegen in dem Sonnenrande oder Umkreise des Projectionscirculs, und stehen auf demselben senkrecht. Da nun die Circul allezeit in Ellipsen projiciret werden, deren grössere Axe sich zur kleinen, wie der ganze Sinus zum Cosinus der Neigung des Circuls gegen die Projectionsfläche, so verschwindet in diesem Falle, da dieser Cosinus = *o* wird die kleinere Axe, und die Ellipsen werden grade Linien.

§. 348.

Da bey allen diesen Erscheinungen die Linien von dem Auge auf die Projectionsfläche senkrecht stehen, so sind die Winkel, welchen diese Linien auf die Fläche eines Kugelschnitts der Sonne machen, allezeit die Complemente der Winkel, unter welchen diese Flächen die Projectionsfläche schneiden. Man kann daher stat des Cosinus der Neigung einer solchen Fläche gegen die Projectionsfläche den Sinus des Winkels, unter welchen die Linien von dem Auge auf die Circulflächen stehen gebrauchen, und dann verhält sich die grössere Axe zur kleinern, wie der ganze Sinus zu dem Sinus des Winkels, unter wel-

Digitized by Google

welchem das Auge über den zu projicirenden Circul erhöhet oder unter demselben erniedriget ist. Diese Vorstellung scheinet hier grössere Deutlichkeit mit sich zu führen, ob sie gleich im Grunde mit der vorigen einerley ist. Da der Sinus = o ist, wenn das Auge genau in der Fläche des Sonnenaequators lieget, so muß die kleinere Axe der Ellipsen, in welchen sich die Wege der Sonnenflecken projiciren, verschwinden, und ihr Weg in einer graden Linie übergehen, wenn das Auge in der Durchschnittslinie des Sonnenaequators und der Eccliptik liegt.

§. 349.

Man findet den Weg der Flecken gradlinicht, wenn die Sonne im 10° der Zwillinge oder des Schützen stehet, und der Durchschnitt des Sonnenaequators und der Eccliptik lieget daher 70° von dem Durchschnitte des Erdaequators und der Eccliptik.

Um diese Zeit, wenn der Weg der Sonnenflecken gradlinigt ist, ist es auch am bequemsten die Schiefe der Eccliptik gegen den Sonnenaequator zu untersuchen. Man darf nur den Unterscheid eines Flecken in der Länge und Breite von dem Mittelpuncte der Sonne durch die Beobachtung suchen, so hat man in einem rechtwinklichten Dreyecke beyde Catheten, und findet den Winkel CGA. Er beträgt 7° 30′.

§. 350.

So bald sich nun das Auge in der Eccliptik fort beweget und die Durchschnittslinie verlässet, erhebet es sich durch GBG über den Sonnenaequator oder sinket durch GAG unter denselben. Im erstern Falle

Digitized by Google

tritt der Pol E aus dem Rande in die sichtbare Sonnenscheibe, und der andere Pol F verbirget sich hinter der Sonne. Die Wege der Sonnenflecken werden Ellipsen, wie Fig. 54. Wenn das Auge sich von G 90° entfernet hat, liegt E in der Axe der Ecliptik, und dann ist es am meisten über den Sonnenaequator erhaben, und die kleine Axe der Ellipsen ist am grösten. Wenn das Auge sich weiter von G entfernet, bleibet es zwar noch über den Sonnenaequator erhöhet, und die Ellipsen sind noch, wie Fig. 54.; allein da es sich dem Sonnenaequator wieder nähert, wird die kleinere Axe der Ellipsen kleiner und kleiner, der Pol E gehet nun an der andern Seite der Axe der Ecliptik fort bis das Auge wieder das Durchschnittspunct G erreicht, wo die Pole des Sonnenaequators wieder in dem Rande der Sonne liegen, und die Wege der Sonnenflecken gradlinigt werden. Im andern Falle, wenn sich das Auge unter den Sonnenaequator senket, tritt der andere Pol F aus dem Rande der Sonne in die Scheibe derselben, der Pol E verbirget sich hinter der Sonne, die Ellipsen werden, wie Fig. 56., und man hat übrigens mit dem vorigen ganz ähnliche Erscheinungen.

§. 351.

Wenn man den Abstand des Auges von G weiß, welchen man allezeit erhält aus dem Unterscheide der Länge der Sonne und der Länge des Punets G, so findet man die Erhöhung des Auges über den Sonnenaequator, das ist, die Abweichung der Erde von dem Sonnenaequator, aus der Schiefe der Ecliptik gegen den Sonnenaequator. Man stelle sich nämlich durch ein Punct der Ecliptik, dessen Abstand

von

Digitized by Google

von $G = x$ seyn mag, einen Bogen senkrecht auf den Sonnenaequator vor, so hat man ein rechtwinklichtes Dreyeck, in welchem dieser Bogen, welcher die Erhöhung des Auges über den Sonnenaequator misset, und welche ich h nenne, gegen der Schiefe der Ecliptik, die ich m nennen will, lieget, und daher folgendes Verhältniß

$$1 : \sin m = \sin x : \sin h.$$

Man hat also allezeit den Sinus der Erhöhung des Auges über den Sonnenaequator, das ist, die kleinere Axe der Ellipsen, in welchen sich die Wege der Sonnenflecken projiciren $= \sin m \times \sin x$. Da (x) der Abstand des Auges von G eine veränderliche Grösse ist, so hat man in dieser Formul die kleinere Axe aller verschiedenen Projectionen der Wege der Sonnenflecken.

§. 352.

Ich habe hiebey stillschweigend angenommen, daß die Erde während der Zeit, daß sich ein Flecken über die Sonnenscheibe beweget, ihren Stand gegen die Sonne nicht ändere. Ohne diese Voraussetzung kann der Weg eines Sonnenflecken mit der beschriebenen Projection nicht übereinstimmen. Da diese Voraussetzung aber im Grunde nicht stat findet, sondern die Erde sich in der Ecliptik fortbeweget, und dadurch das Auge ohne Aufhören über den Sonnenaequator erhebet oder unter denselben erniedriget, so können auch diese Projectionen im genauen Verstande keine Ellipsen seyn. Sie sind Spirallinien von denen man sagen kann, daß ihre Elemente aus unendlich vielen verschiedenen elliptischen Bogen bestehen.

§. 353.

Digitized by Google

§. 353.

Eben diese beständige Bewegung des Auges muß man wohl merken, wenn aus der Zeit der Bewegung eines Flecken um die Sonne die Zeit der Umdrehung der Sonne um ihre Axe geschlossen werden soll. Wenn man aus T (Fig. 57) einen Flecken mitten in der Sonne in M gesehen hat, und man findet ihn nach einiger Zeit da die Erde in *t* ist, wiederum mitten in der Sonne in L, so kann man nicht sagen, daß der Flecken diese ganze Zeit gebraucht hat zu seiner Bewegung um die Sonne oder durch 360 Grade, indem er würklich um die Grade des Bogen ML oder T*t* weiter als 360 Grade gegangen ist. Um die eigentliche Zeit seiner Bewegung um die Sonne oder der Umdrehung der Sonne um ihre Axe zu finden, muß man zu 360° + T*t*; 360° und der beobachteten Zeit seines Umlaufs die vierte Proportionalgrösse suchen, so findet man die Zeit der Umdrehung der Sonne um ihre Axe, 25 T. 14 St. 8 Min.

§. 354.

Die auf diese Art gesuchte Bestimmung ist allerdings einem kleinen Fehler unterworfen, indem man den Flecken bey seiner Wiederkunft auf der sichtbaren Sonnenscheibe nicht auf denselben Punct, in unserm Falle, in der Mitte der Sonne sehen wird, nachdem das Auge seinen Stand geändert hat. Nachdem man aber die Lage des Sonnenaequators gegen die Ecliptik weiß, so kann man aus jeder Beobachtung eines Flecken seinen Unterscheid von dem Mittelpuncte der Sonne in der graden Aufsteigung in Absicht des Sonnenaequators finden, und mithin den Bogen des Parallels den der Flecken zwischen den Zeiten

zwoer

Digitized by Google

zwoer Beobachtungen zurückgeleget. Dieser Bogen verhält sich aber zum ganzen Umkreise, wie die Zeit zwischen den zwoen Beobachtungen zu der Zeit einer ganzen Umdrehung der Sonne um ihre Axe.

§. 355.

Ob die Schiefe der Eccliptik in Ansehung des Sonnenaequators sich ändere und das Durchschnittspunct des Sonnenaequators mit der Eccliptik zurückweiche, wie solches bey der Lage der Eccliptik gegen den Erdaequator bemerket worden, hat noch bisher nicht ausgemacht werden können. Aber eben diese Ungewißheit macht die Beobachtungen der Sonnenflecken und die daraus abzuleitende Schlüsse noch immer beträchtlich. Uebrigens wäre es leicht aus den auf der Erde gemachten Beobachtungen über die Lage der Weltcörper gegen den Erdaequator ihre Lage gegen den Sonnenaequator zu schliessrn, wenn man die Lage beyder Aequator gegen die Eccliptik voraussetzen darf. Es sey (Fig. 58) AE die Eccliptik, QR der Sonnenaequator und AF der Erdaequator. Aus dem bekannten Durchschnittspunct der Eccliptik und des Sonnenaequators und dem dadurch bekannten Bogen AS = 70°, dem Winkel ASQ = 7° 30′ und dem Winkel RAQ = 23° 28′ 20″ findet man AQ das Durchschnittspunct des Sonnen- und Erdaequators = 15° 26′, und den Winkel, welchen der Sonnen- und Erdaequator einschliessen RQF = 27° 10′. Und hieraus findet man aus der beobachteten Lage eines Puncts gegen den Erdaequator seine Lage gegen den Sonnenaequator nach eben der Methode, wie seine Lage gegen die Eccliptik. Verschiedene Astronomen haben den Wunsch geäussert, daß alle Be-

Digitized by Google

Beobachtungen auf den Sonnenaequator zurückgeführet werden mögten. Es ist eben nicht abzusehen, was die Astronomie dabey gewinnen könnte, so lange die Astronomen auf der Erde ihre Beobachtungen nicht denen Astronomen anderer zu unserer Sonne gehörigen Weltcörpern mittheilen können.

§. 356.

Aus der Grösse der Sonne und ihrer Bewegung um die Axe erkennet man, daß ein Punct unter dem Sonnenaequator eine Geschwindigkeit erhalte, die diejenige beynahe fünfmahl übertrift, welche einem Puncte unter dem Erdaequator durch die Bewegung der Erde um ihre Axe mitgetheilet wird. Da hiedurch gleichwohl die kugelförmige Gestalt der Erde merklich verändert wird, so kann man daraus fast mit Gewißheit schliessen, daß die Sonne ein ungemein fester Cörper seyn müsse. Von welcher Beschaffenheit sie aber auch seyn mag, so ist doch dies gewiß, daß sie eine Quelle des Lichts und der Wärme sey, und diese Wohlthaten durch den ungeheuer grossen Raum ausbreite, in welchem die Planeten schwimmen. Es mag nun seyn, daß sie aus sich selbst unerschöpflich das Feuer ausgiesse, oder daß sie die wunderbare Eigenschaft besitze, die durch den ganzen Raum ausgebreitete Feuermaterie in Bewegung zu setzen.

§. 357.

In unserer Atmosphäre wird das uns von der Sonne zugeschickte Licht überdem noch auf einer für uns sehr vortheilhaften Art durch Brechung, Beugung und Zurückwerfung der Strahlen vertheilet. Ohne diese Würkung der Atmosphäre würde der

ganze

Digitized by Google

ganze Himmel um die Sonne herum in schwarzer Nacht verhüllt seyn, aus welcher die Sterne neben der Sonne am lichten Tage hervorstrahlen würden. Man siehet dies allein daraus, weil wir mit der Atmosphäre umgeben, die Sterne am hellen Mittage sehen, wenn wir nur das fremde Licht nahe am Auge durch lange Röhren abhalten, welches sonst durch die Würkung der Atmosphäre in dasselbe fallen, und das Licht der Sterne verwirren und schwächen muß. Selbst die blaue Farbe des Himmels ist nichts anders als die Farbe, in welcher die Atmosphäre sich den Augen durch ihre Würkung auf die Sonnenstrahlen darstellet. Ohne diese Würkung der Atmosphäre würde das Licht der Sonne am Horizont und im Scheitelpuncte gleich stark und der Uebergang von der Helle des heitersten Mittags zur Dunkelheit der tiefsten Mitternacht nur ein Augenblick seyn; keine Dämmerung würde die Ankunft der Sonne am Morgen verkündigen oder ihre Spur am Abend bemerken.

§. 358.

Ich habe dieser Erscheinung bereits §. 135 erwähnet und angeführet, daß der Anfang der Dämmerung am Morgen und ihr Ende am Abend um die Zeit einfallen, wenn die Sonne 18 Grade unter dem Horizonte ist. Nachdem nun gezeiget worden, wie die Abweichung der Sonne für jede Zeit gefunden werde, imgleichen wie daraus für die bekannte Polhöhe eines jeden Ortes die Zeit gefunden werden könne, da sie einen jeden gegebenen Abstand vom Scheitelpuncte vor und nach ihrem Durchgange durch den Mittagskreis erreichet, so findet man leicht den An-

Digitized by Google

Anfang der Morgendämmerung und das Ende der Abenddämmerung, wenn man die Zeit sucht, da ihr Abstand vom Scheitelpuncte 108 Grad beträgt. Wenn man noch überdem die Zeit sucht, da dieser Abstand 90° 16′ ist, so giebt der Unterscheid zwischen dieser und der vorher gefundenen Zeit, die ganze Dauer der Dämmerung. So bald nun die Sonne auch um Mitternacht nicht über 18 Grade vom Horizont entfernet ist, währet die Dämmerung die ganze Nacht, und dies erfolget, wenn die Summe des Complements der Polhöhe des Ortes und des Complements der Abweichung der Sonne nicht über 108 Grade ausmacht. Das ist für die Polhöhe von 54°, wenn die Abweichung der Sonne 18° ist.

§. 359.

Zuweilen findet man vor dem Aufgange der Sonne oder nach ihrem Untergange ein Licht, welches dem ersten Ansehen nach für einen Theil der Dämmerung gehalten werden könnte, wovon man aber bey genauerer Betrachtung bald siehet, daß es eine Erscheinung sey, die von einer ganz andern Ursache abhängen muß. Weder die Zeit, da es erscheinet, noch die Farbe, noch die Figur schickt sich für die Dämmerung. Man sieht es am Morgen lange vor dem Anfange der Dämmerung, und am Abend lange nach ihrem Ende. Die Farbe desselben ist weiß, und der Farbe der Milchstrasse und anderer neblichten Stellen am Himmel nicht ähnlich. Es hat gemeiniglich die Figur einer Spindel, einer Lanze, eines länglichten Blattes, und weder die Spitze noch die Grundlinie am Horizont verlassen den Thierkreis, und daher hat es den Nahmen des Zodiacallichts

eallichts erhalten. Nachdem man die Lage des Sonnenaequators erforschet hat, ist es ausgemacht, daß dies Licht beständig in der Fläche des Sonnenaequators liege, und die Grundfläche desselben lieget in der Sonne selbst. Es erstreckt sich zuweilen sehr weit und auf 100 Grade von der Sonne, zu andern Zeiten dehnet es sich nicht so weit aus. Die Breite dieses Lichts am Horizont ist zwischen 8° und 30° veränderlich und die Axe desselben macht mit dem Horizont beständig eben den Winkel, den der Sonnenaequator mit ihm macht, welchen man aus seiner Neigung gegen die Ecclíptik und aus dem Winkel der Eccliptik mit dem Horizont findet. Eben Hieraus wird es begreiflich, warum dies Licht im Frühling des Abends einen grössern Winkel mit dem Horizont macht, als des Morgens, und daher auch des Abends mehr als des Morgens zu sehen ist; warum dies im Herbste umgekehrt stat findet; warum es in der Sonnenwende im Winter des Morgens stärker erscheinen kann, als des Abends. In der Sonnenwende im Sommer ist es wegen der beständigen Dämmerung in unsern Gegenden gar nicht zu sehen.

§. 360.

Dies ist die Erscheinung, von welcher Herr Mairan eine sehr vollständige Erklärung gegeben, die ich mit seinen eigenen Worten hersetze, aus seinem Traité physique et historique de l'aurore boreale. Das Zodiacallicht, heisset es, ist nichts anders, als die Sonnenatmosphäre, ein flüßiges Wesen oder eine subtile Materie, die die Sonne umgiebt, aber sich ungleich weiter um den Aequator der Sonne (wegen der Umdrehung der Sonne um ihre Axe) als anders-

wo erstreckt; die ihr eigenes Licht hat, oder von der Sonne sehr stark erleuchtet wird.

Diese Atmosphäre der Sonne erstreckt sich zuweilen so gar bis in die Atmosphäre der Erde, und dann entstehet aus der zusammengesetzten Würkung derselben die Erscheinung, welche unter dem Nahmen des Nordlichts bekannt ist. Es ist hier der Ort nicht, diese physikalische sehr sinnreiche und wahrscheinliche Erklärung stückweise auszuführen; aber der angeführte Tractat verdienet von allen Liebhabern der Naturkunde gelesen zu werden.

Siebentes Capittel.

Von den Planeten und Cometen.

§. 361.

Ich habe im vorhergehenden bereits angemerket, daß es ausser der Sonne noch einige andere Weltcörper gebe, die ihre Lage gegen einander und gegen die Fixsterne ändern, und daher eine eigene Bewegung am Himmel zu haben scheinen. Es wird der Mühe werth seyn, die Ordnung in ihrer Bewegung und ihre Gesetze aufzusuchen, da sie eine starke Beziehung auf unsere Erde und deren Bewegung haben. Der Astronom findet darin allein, daß seine Wissenschaft ohne die Känntnisse mangelhaft seyn würde, Bewegungsgründe genug, sie mit gröstem Fleisse zu beobachten.

§. 362.

Digitized by Google

§. 362.

Unter diesen Weltcörpern finden wir einige, die auf dem ganzen Wege, welchen sie um die Erde oder um die Sonne vollenden, sichtbar sind, wenn man den kleinen Theil ausnimmt, da sie nahe bey der Sonne von dem Tageslicht den Augen des Beobachters entzogen werden; andere hingegen werden nur auf einem kleinen Theile ihres Weges gesehen, der übrige lieget so weit von der Erde entfernet, daß ihr scheinbarer Durchmesser zu klein wird, als daß sie weiter gesehen werden können. Man hat diese letztern **Cometen** genennet, und sie dadurch von den übrigen unterschieden. Bey den erstern finden wir in ihrer Bewegung folgenden merklichen Unterscheid. Einige verrichten ihre Bewegung um die Sonne blos dadurch, daß sie ihre eigene Bahn durchlaufen, und andere dadurch, daß sie sich in ihrer Bahn unmittelbar um einen Weltcörper bewegen, der selbst um die Sonne läuft, und sich daher nur mittelbar vermittelst solchen Weltcörpers um die Sonne bewegen. Die erstern nennet man **Hauptplaneten** oder schlechtweg **Planeten**, die letztern heissen **Nebenplaneten, Satelliten, Trabanten, Monde**, des Hauptplaneten, um welchen sie sich bewegen. Von den letzten sind fünfe um den Saturn; vier um den Jupiter, und der Mond, der unsere Erde begleitet, mit Gewißheit bekannt. Von dem Monde der Venus, den einige Astronomen gesehen haben wollen, lässet sich bisher nichts gewisses sagen.

§. 363.

Bey einer geringen Aufmerksamkeit auf die Bewegung der Planeten findet man, daß zween derselben

ben Mercur und Venus beständig nahe bey der Sonne bleiben. Sie entfernen sich nie so weit, daß sie mit ihr im Gegenschein stehen. Beyde gehen, wie alle übrige Planeten vom Abend gegen Morgen hinter der Sonne herum, und danächst von Morgen gegen Abend zwischen der Sonne und Erde durch. Venus ist, wann sie gegen Abend von der Sonne entfernet ist, unter dem **Morgenstern** und in ihrer Entfernung gegen Morgen unter dem **Abendstern** bekannt. Diese Planeten, sind also während ihres Umlaufs um die Sonne zweymahl mit derselben in Zusammenkunft. Man nennet die eine, da die Sonne zwischen dem Planeten und der Erde stehet, die **obere**; die zwote, da diese Planeten zwischen der Sonne und der Erde stehen, die **untere** Zusammenkunft.

§. 364.

Aus dieser allgemeinen Vorstellung von der Bewegung dieser Planeten, welche man auf den ersten Blick erhält, muß man nothwendig schliessen, daß sie sich um die Sonne bewegen, und daß die Bahnen, in welchen sie sich bewegen, von der Erdbahn eingeschlossen werden. Sie sind der Sonne näher, als ihr die Erde ist, und heissen deswegen die **untern** Planeten.

§. 365.

Mars, Jupiter und Saturn entfernen sich von der Sonne durch den ganzen Himmel, und nähern sich ihr wieder bis zur Zusammenkunft. Jedesmahl, wenn die Erde einmahl ihren Lauf um die Sonne vollendet, sind sie einmahl im Gegenschein, und einmahl in Zusammenkunft mit der Sonne gewesen.

Man

Digitized by Google

Man findet sie aber nie in einer untern Zusammenkunft, oder zwischen der Sonne und Erde. Von den Bahnen, in welchen sie sich bewegen muß daher die Erdbahn um und um eingeschlossen werden. Sie heissen daher auch die obern Planeten.

Man kann aus dieser allgemeinen Vorstellung von der Bewegung der obern Planeten nicht sogleich schliessen, ob die Sonne oder die Erde der eigentliche Mittelpunct ihrer Bewegung sey. Nachdem aber gezeiget worden, daß ihre Bahnen die ganze Erdbahn umgeben, so würde man doch gezwungen seyn zu sagen, daß sie sich zugleich um die Sonne bewegen.

§. 366.

Wenn man aber die Umstände dieser Bewegung, so wie sie von der Erde aus beobacheet wird, in genauere Erwägung ziehet, so findet man in der Linie selbst, in welcher sich die Planeten bewegen müsten, wenn die Erde der Mittelpunct ihrer Bewegung seyn sollte, einen Grund, warum man solches nicht wohl annehmen kann. Man findet bald, daß die scheinbare Grösse einer periodischen Veränderung unterworfen sey. Sie wächset von der Zusammenkunft bis zum Gegenschein, und nimmt eben so wieder vom Gegenschein bis zur Zusammenkunft ab. Hieraus folget, daß sich die Planeten von der Zusammenkunft bis zum Gegenschein der Erde nähern, vom Gegenschein bis zur Zusammenkunft wieder von ihr entfernen.

§. 367.

Sie bewegen sich ferner nach der Ordnung der himmlischen Zeichen oder sind rechtgängig von der

Digitized by Google

Zusammenkunft bis einige Zeit vor dem Gegenschein; alsdenn erhalten sie sich einige Zeit in einerley Länge oder werden stillstehend (Stationarii); kurz vor dem Gegenschein bis nach denselben bewegen sie sich gegen die Ordnung der Zeichen oder sind **rückgängig** (retrogradi); alsdenn werden sie wieder stillstehend, und von da bis zur Zusammenkunft rechtgängig. Dergleichen periodische Veränderungen, die so genau an das Jahr gebunden sind, beobachtet man ungefähr dreyßig mahl an dem Saturn, zwölf mahl an dem Jupiter, und zwey mahl an dem Mars, ehe diese Planeten ihren ganzen Umlauf um den Himmel vollenden.

§. 368.

Wenn man sich hiernach die Figur nur von dem Theile der Bahn vorstellen wollte, die der Planet in einer solchen Periode zurückleget, so würde sie die Gestalt der Linie PA*bcde*Aπ (Fig. 59) haben müssen, wenn man annimmt, daß die Erde in T unbeweglich stehet. Man setze der Planet stehe in P in Zusammenkunft mit der Sonne, und in *p* im Gegenschein, da er rechtgängig, stillstehend und rückgängig werden und sich dabey der Erde beständig nähern soll, so muß dieser Theil seiner Bahn ungefähr ein Bogen wie PA*bcp* seyn. Er würde durch PA*b* rechtgängig, durch den Bogen *bc*, welcher mit der Tangente T*cb* zusammenfällt, stillstehend und durch *cp* rückgängig seyn. Von dem Gegenschein in *p* bis zur Zusammenkunft in π würde er noch durch *pd* rückgängig bleiben; durch *de* wieder stillstehend und durch *e*Aπ rechtgängig werden. Zugleich entfernet er sich auch beständig von der Erde.

Wenn

Digitized by Google

Wenn man nun diese Linie so lange fortsetzet bis der Planet seinen Weg um den ganzen Himmel vollendet hat, so erhält man für diesen ganzen Weg eine Linie wie (Fig. 60), welche so vieler solcher Knoten wie bey A (Fig. 59) hat, als die Anzahl der Zusammenkünfte während eines ganzen Umlaufs ausmacht.

§. 369.

Wenn nun die Zeit von einem Gegenschein bis zum andern kein aliquoter Theil von der Zeit des ganzen Umlaufs ist, das ist, wenn der Winkel $PT\pi$ sich zu vier rechten Winkeln nicht verhält wie die Einheit zu einer ganzen Zahl, so liegen die Knoten bey einem folgenden Umlaufe nicht in einerley Puncten mit dem vorhergehenden, und daher muß jede Bahn des Planeten in einem folgenden Umlaufe seine Bahn in dem vorhergehenden durchkreuzen. Diese Linie liegt ferner nicht in einer Ebene. Man findet die Breite des obern Planeten in dem Gegenschein mit der Sonne grösser, und in der Zusammenkunft kleiner, und die Breite eines untern Planeten in der untern Zusammenkunft grösser und in der obern Zusammenkunft kleiner, als sie seyn müste, wenn die Bahn des Planeten in einer Ebene läge. Nach dieser Vorstellung müste also die Bahn eines Planeten eine **krumme Linie mit einer doppelten Krümmung** (curua duplicis curuaturæ) seyn.

§. 370.

Dies war in der That die Vorstellung, welche man sich eine lange Zeit von der Anordnung der Planeten in unserm Sonnensystem machte, welche unter dem Nahmen des **Ptolomäischen Systems** bekannt

Digitized by Google

ist. Man wird sich vermuthlich wundern, daß ein solches System zu einer Zeit Anhänger finden konnte, da alle Welt für die Circullinie eingenommen war. Aber man fand ein Mittel alle diese zusammengesetzte Bewegungen durch eine Verbindung von verschiedenen Circullinien darzustellen. Es sey (Fig. 61) in T die Erde, und sie sey der Mittelpunct einer Circulperipherie BAC. In der Peripherie dieses Circuls stelle man sich den Mittelpunct eines kleinern Circuls vor, den man in Ansehung des erstern Epicykel nennet, durch dessen Peripherie sich der Planet beweget, da indessen der Mittelpunct des Epicykels in der Peripherie des andern Circuls in der Richtung BA fortgehet. Hiedurch wird man die vorgedachten Erscheinungen im allgemeinen erklären können.

§. 371.

Man setze zuerst den Mittelpunct des Epicykels in B und den Planeten in P, in Zusammenkunft mit der Sonne, und er bewege sich von P nach *a* in seinem Epicykel herum, so wird er von P bis gegen *a* rechtgängig seyn, bey *a* stillstehend, darauf bis gegen *c* rückgängig, bey *c* wieder stillstehend, und dann bis P rechtgängig seyn. Und eben so nähert er sich durch den halben Epicykel von P nach *p* der Erde, und entfernet sich von ihr durch die andere Hälfte von *p* nach P. Wenn man nun annimt, daß der Mittelpunct des Epicykels sich von B nach C von einer Zusammenkunft zur andern beweget habe, so muß auch die Sonne während solcher Zeit einmahl ihren Lauf vollendet und noch überdem sich durch den Winkel BTC beweget haben. Wenn daher der Mittelpunct des Epicykels in A ist, so wird der obere Planet in *p* im Gegenschein

Digitized by Google

genschein mit der Sonne der Erde am nächsten stehen. Dann wird er sich von der Erde wieder entfernen, und bey der zwoten Zusammenkunft in π am weitesten von der Erde entfernet seyn. Wenn man nun dem Epicykel noch eine Neigung gegen die Bahn des Mittelpuncts giebet, und setzet daß BTC kein aliquoter Theil von vier rechten Winkeln sey, so siehet man wohl, daß überhaupt die Erscheinungen, welche bisher von der Bewegung der Planeten angeführet sind, hiedurch vorgestellet werden können, und die Linie, in welcher der Planet einher gehet, bleibet noch eben so zusammengesetzt, als sie §. 368. 369. beschrieben worden.

§. 372.

Man muß den Erfindern dieses Systems die Gerechtigkeit wiederfahren lassen, daß sie nach den damaligen Känntnissen der Natur eine sehr sinnreiche Erklärung für diese Erscheinungen gegeben haben; aber man wird auch leicht finden, daß diese Erklärung von dem einfachen Wege der Natur zu weit abweiche, als das sie die wahre seyn könne. Ueberdem sind diese Epicykeln ganz willkührlich, und ohne die geringste Anleitung in der Natur angenommen worden. Man wird nie finden, daß ein Cörper sich in einer krummen Linie bewege, wenn er nicht von einem andern Cörper von der graden Linie, in welcher er gehet, abgebracht worden, und gleichwohl trift man nichts in den Epicykeln an, welches die Planeten bestimmen könnte sich in ihren Peripherien zu bewegen. Tycho erkannte alle Unbequemlichkeiten, denen man ausgesetzt ist, wenn man die Erde in dem Mittelpuncte der Bahn der Planeten setzen

Digitized by Google

will. Aber die Furcht für den zu seiner Zeit allezeit fertigen Bannstrahl, oder die Begierde der Erfinder eines neuen Systems zu seyn, leiteten ihn weit ab von dem einfachen Wege der Natur, der von den Alten längst erkannt war.

Er setzte die Erde in T (Fig. 62) in Ruhe, und machte sie zum Mittelpunct eines Circuls, in welchen sich der Mond, und eines andern, in welchen sich die Sonne S um ihr bewegen sollte. Die Sonne ward nun der Mittelpunct aller Bahnen der Planeten, welche sich also um die Erde zugleich mit der Sonne bewegten. Zween dieser Kreise, welche für die untern Planeten gehören, schliessen die Erde nicht ein; die übrigen, welche den obern Planeten bestimmt sind, begreifen die Erde zugleich mit der Sonne in ihrem Umkreise.

§. 373.

Man wird bey einem kleinen Nachdenken finden, daß sich auch auf diese Art im Allgemeinen die Erscheinungen unsers Planetensystems erklären lassen. Aber es giebt andere Erscheinungen, welche dieser grosse Beobachter nicht kannte, die sich mit der Ruhe der Erde nicht vereinigen lassen, und aus welchen wir im vorhergehenden ihre Bewegung geschlossen haben. Wenn man aber diese Bewegung annimmt, so lassen sich daraus nicht nur alle Umstände herleiten, welche man bey der Bewegung der Planeten wahrnimmt, sondern man findet auch darin auf den ersten Blick den einfachen Weg der Natur, und dies ganze Capittel wird einen Beweis davon abgeben.

§. 374.

Digitized by Google

§. 374.

Man stelle sich nun vor in S (Fig. 63) stehe die Sonne in Ruhe und nehme zugleich den Mittelpunct der Bahnen aller Planeten ein. Um die Sonne bewegen sich Merkur, Venus, die Erde, Mars, Jupiter, Saturn in ihren verschiedenen Bahnen, so wie sie in der Figur durch ihre Zeichen bemerkt sind. Wenn man sich nun einen Beobachter auf der Erde vorstellt, so wird man ohne Schwürigkeit einsehen, daß durch diese sehr einfache Anordnung der Bewegung der Planeten alle Erscheinungen, welche man auf der Erde davon wahrnimmt, erkläret werden können. Um hiebey alle Verwirrung zu vermeiden, so sey (Fig. 64) die Sonne in S; die Bahn der Erde sey ABCD und sie bewege sich durch den Bogen ABC während der Zeit, daß ein unterer Planet in seiner Bahn EGF von einer untern Zusammenkunft zur andern gehet. Wenn er also in E in der ersten Zusammenkunft mit der Erde in A stehet, so wird er unterdessen, daß die Erde in B kommt und den halben Bogen AC durchgelaufen ist, den Bogen EGF, das ist, die Hälfte seines Weges von einer untern Zusammenkunft zur andern zurückgeleget haben, und in F in der obern Zusammenkunft stehen. Indem nun beyde Weltcörper ihre Bewegung fortsetzen, wird der Planet den Bogen FEG zurücklegen, indem die Erde durch BC fortgehet und daselbst wieder die untere Zusammenkunft erreichen.

§. 375.

Wenn der Planet von der untern Zusammenkunft in E von der Sonne gegen Westen fortgehet, oder von der obern Zusammenkunft in F gegen Osten, entfernet

Digitized by Google

fernet er sich zwar von der Sonne, aber diese Entfernung kann nicht grösser werden als der Winkel EDS, unter welchem der Halbmesser der Bahn des Planeten von der Sonne gesehen wird.

§. 376.

Da der Planet sich kurz vor und nach der untern Zusammenkunft mit der Erde nach einerley Richtung beweget, so ändert er seine Lage gegen die Erde mit einer Geschwindigkeit, welche dem Ueberschusse der Geschwindigkeit seiner Bewegung über die Geschwindigkeit der Bewegung der Erde gleich ist, und aus der Erde gesehen, hat er die entgegengesetzte Richtung von derjenigen, in welcher sich die Sonne beweget, das ist, seine Bewegung ist rückgängig.

In seiner weitesten Entfernung von der Sonne, wenn die grade Linie von der Erde nach den Planeten seine Bahn berühret, ist er stillstehend, indem ein kleiner Theil der Bahn mit der Berührungslinie zusammenfällt.

§. 377.

In der obern Zusammenkunft beweget sich der Planet in einer der Bewegung der Erde gerade entgegengesetzten Richtung, mithin mit der Sonne in einerley Richtung, von der Erde aus gesehen. Der Planet ist rechtgängig. Er verändert auch dann seine Lage gegen die Erde mit einer Geschwindigkeit, welche der Summe seiner Geschwindigkeit und der Geschwindigkeit der Erde gleich ist.

Endlich siehet man, daß der Planet sich von der untern Zusammenkunft bis zur obern von der Erde entferne, und von der obern Zusammenkunft bis zur untern

Digitized by Google

untern der Erde nähere; alles so, wie man die Erscheinungen von der Erde aus beobachtet.

§. 378.

Stellet man sich aber in dieser Figur vor, der kleinere Circul EGF sey die Erdbahn und der grössere ABC sey die Bahn eines obern Planeten, die Erde stehe in E, wenn der Planet in A mit der Sonne im Gegenschein stehet, und der Planet bewege sich von einem Gegenschein zum andern durch den Bogen ABC, so wird man auch hier alle Erscheinungen sehr natürlich erklären können.

Im Gegenschein in A stehet der Planet am nächsten bey der Erde. Gleich darauf entfernet er sich von der Erde und diese Entfernung währet bis die Erde in F und der Planet in B mit der Sonne in Zusammenkunft stehet, da er um den ganzen Durchmesser der Erdbahn weiter von der Erde entfernet ist, als im Gegenschein. Von da an nähert er sich der Erde wieder, bis sie in G anlanget, wo der Planet wieder im Gegenschein mit der Sonne stehet.

§. 379.

Kurz vor und nach dem Gegenschein beweget sich der Planet und die Erde nach einerley Richtung, da aber die Erde eine grössere Geschwindigkeit hat, so scheinet es von der Erde aus, daß der Planet sich mit dem Unterscheide seiner und der Erde Geschwindigkeit nach der entgegengesetzten Richtung bewege. Er ist rückgängig. Diese Bewegung scheinet er so lange zu haben bis die von dem Planeten zur Erde gezogene grade Linie die Erdbahn berühret, da er so lange stillstehend scheinet, als die Berührungslinie

mit

Digitized by Google

mit der Erdbahn zusammenfällt. Nach solcher Zeit beweget er sich mit der Erde nach verschiedenen Richtungen, und seine scheinbare Geschwindigkeit ist die Summe der Geschwindigkeiten, mit welcher sich der Planet und die Erde bewegen. Seine Richtung ist die Richtung der Bewegung der Sonne, oder er ist rechtgängig. Diese Bewegung währet fort bis der Planet durch die Zusammenkunft gegangen, da er denn wieder stillstehend wird, wenn die von ihm zur Erde gezogene grade Linie die Erdbahn berühret. Nach dieser Zeit wird er wieder rückgängig bis zum Gegenschein, und so folgen eben diese Erscheinungen wieder aufs neue.

§. 380.

Wenn man diese verschiedene Hypothesen, die **Ptolomäische**, **Tychonische** und diese letztere, welche man die **Copernicanische** nennet, wodurch die Erscheinungen bey der Bewegung der Planeten erkläret werden, mit einander vergleicht, so wird man in der Bestimmung, welche derselben der Natur am meisten angemessen ist, nicht lange zweifelhaft seyn können. Wir würden die letztere blos der einfachen Anordnung wegen wählen müssen, wenn wir auch nicht durch andere Gründe von der Bewegung der Erde gewiß wären. Diese Erklärungsart ist die älteste, und **Pythagoras** soll sie bereits gelehrt haben. Wenn man das neuere fast durchgängig in den vorigen Jahrhunderten angenommene Ptolomäische System damit vergleichet, so muß man den grossen Verfall eingestehen, in welchen die Wissenschaften in der Zwischenzeit gerathen sind, und noch mehr, wenn man sich erinnert, daß es vor nicht

lan-

Digitized by Google

langer Zeit Gottlosigkeit hieß, wenn man die Bewegung der Erde behaupten wollte. Es gehörete in der That Muth dazu, das Bekänntniß dieser Wahrheit abzulegen, zu der Zeit, als Copernicus mit dieser Wahrheit wieder hervortrat, und deswegen allein würde sein Nahme verdienen, mit dieser Wahrheit verewiget zu werden, wenn er auch nicht, wie er doch würklich gethan hat, durch viele andere wichtige Untersuchungen sich um die Astronomie verdient gemacht hätte. So bald man aber annehmen muß, daß die Erde sich um die Sonne bewege, ist man auch gezwungen zuzugeben, daß die Sonne der eigentliche Mittelpunct für die Bahnen aller übrigen Planeten sey.

§. 381.

Die Sonne ist daher auch der eigentliche Punct, aus welchen die Bewegung der Planeten in ihrer wahren Ordnung und Anlage beobachtet werden kann. Da der Beobachter auf der Erde in beständiger Bewegung ist, mit der Einbildung in gänzlicher Ruhe zu seyn; da er seine Bewegung noch dazu in einer ganz andern Fläche verrichtet, als diejenige ist, in welcher sich die Planeten bewegen, so siehet man ohne Schwürigkeit, daß die Puncte, wo ein solcher Beobachter nach und nach die Planeten am Himmel erblicket, ihre Bahnen ganz verschoben darstellen müssen, so wie ich sie im vorhergehenden Fig. 60 abgebildet habe. Durch die tägliche und jährliche Bewegung in mehr als einem Wirbel herumgeführet, sehen wir von der Seite, wie sich Käſtner sehr richtig ausdrücket, in diese vollkommenste Maschine, deren Anordnung nur aus dem Mittelpuncte der ganzen Bewegung erkannt werden kann. Man

muß

Digitized by Google

muß daher die Kunst verstehen, aus demjenigen, was man aus einem so ungeschickten Orte der Beobachtung siehet, auf dasjenige zu schliessen, was man zu eben der Zeit aus der Sonne gesehen haben würde.

§. 382.

Bey Bestimmung der Lage und Bewegung der Planeten, wird man daher aus den geocentrischen Beobachtungen die heliocentrischen Erscheinungen herleiten müssen, welche zu eben derselben Zeit wahrgenommen werden müsten, und dies allein kann uns in den Stand setzen, das regelmäßige und die wahre Ordnung in der Bewegung der Planeten zu finden, und für sie eben dergleichen Tabellen, wie für die Sonne zu berechnen, um den Ort eines Planeten mit leichter Mühe zu finden. Ich habe bereits §. 26. die Ursachen angeführet, wodurch die Astronomen bewogen worden, sich der Eccliptik stat des Aequators in Bestimmung der Lage der Weltcörper zu bedienen. Eine dieser wichtigsten Ursachen bezog sich auf die Planeten, und es wird daher nöthig seyn, vorher einen allgemeinen Begriff von der Bewegung derselben in Ansehung der Eccliptik zu geben, ehe wir in dieser Betrachtung weiter gehen.

§. 383.

Man stelle sich vor (Fig. 65) in S stehe die Sonne; um derselben bewege sich die Erde in der Linie DTNR, und ein Planet in der Linie ☊P☊p, in einer von der Erdbahn verschiedenen Fläche. Da beyde Flächen das Punct S gemeinschaftlich haben, so müssen sie sich in einer graden Linie schneiden. Es sey solches die Linie ☊☊, welche man die Knoten-

linie

linie nennet. Man ſtelle ſich durch dieſe Puncte einen mit der Erdbahn concentriſchen und in ihrer Fläche liegenden Circul vor, ſo wird man leicht finden, daß der Planet in den Puncten ☊ und ☋, welche der aufſteigende und niederſteigende Knoten genannt werden, ſich in der Fläche der Eccliptik und alſo mit der Sonne und Erde in einer Fläche befinde, und daß er ſich von der Fläche der Eccliptik entferne, wenn er ſich in ſeiner Bahn von dieſen Puncten entfernet. Durch den aufſteigenden Knoten gehet er von der ſüdlichen zur nordlichen Breite, und dieſe wächſet durch den einen Quadranten ☊♈ und nimmt durch den andern Quadranten ♈☋ wieder ab. In ♈ iſt dieſe Breite der Neigung der Bahn des Planeten gegen die Eccliptik gleich. Durch den niederſteigenden Knoten gehet er von der nordlichen Breite zur ſüdlichen, und dieſe wächſet eben ſo durch den einen Quadranten ☋*p*, und nimmt ab durch den andern Quadranten *p*☊. In *p* iſt dieſe Breite abermahl der Neigung der Bahn des Planeten gegen die Eccliptik gleich.

§. 384.

Wenn der Planet in π ſtehet, und man läſſet von π eine ſenkrechte Linie $\pi\lambda$ auf die Fläche der Eccliptik fallen, durch welche man ſich die Flächen $T\pi\lambda$ und $S\pi\lambda$ vorſtellen kann, ſo iſt auf der ohne Ende verlängerten Fläche der Eccliptik der Bogen ♈*a* die geocentriſche Länge, und ♈*b* die heliocentriſche Länge des Planeten; der Winkel $\lambda T\pi$ iſt die geocentriſche Breite, und $\lambda S\pi$ die heliocentriſche Breite deſſelben. Man theilet ſonſt die Bahn eines jeden Planeten auf eben die Art, wie die Eccliptik, in Zeichen und Grade, und fänget von dem Puncte an zu zählen,

Digitized by Google

wo die in ♈ auf der Ecliptik aufgerichtete senkrechte Linie die Bahn des Planeten schneidet. Man bezeichnet auch dies Punct durch ♈, und der zwischen solchem Puncte und dem Orte des Planeten aus der Sonne gesehene liegende Bogen oder der Winkel ♈Sπ heisset die **Länge des Planeten in seiner Bahn.**

§. 385.

Um nun zur Auflösung der Aufgabe zu gelangen, aus der geocentrischen Länge und Breite eines Planeten diese heliocentrischen Bestimmungen zu finden, wollen wir von dem leichtesten Falle anfangen, und dies ist ohnstreitig derjenige, wenn ein Planet mit der Sonne in Zusammenkunft oder im Gegenschein stehet. Es sey (Fig. 66) die Sonne in S, in T die Erde, πΠ die Bahn eines untern, und Pp die Bahn eines obern Planeten, so siehet man leicht, daß die Planeten in Zusammenkunft oder im Gegenschein stehen, wenn die von den Planeten auf die Ecliptik herabgelassenen senkrechten Linien, gerade auf die Linie TS treffen. Wenn man nun die Zeit beobachtet hat, da der obere Planet im Gegenschein oder der untere in der untern Zusammenkunft ist, und man berechnet dafür die Länge der Erde oder beobachtet sie, so hat man zugleich die heliocentrische Länge des Planeten. Hat man aber die Zeit der Zusammenkunft eines obern Planeten oder der obern Zusammenkunft eines untern Planeten beobachtet, und suchet für solche Zeit die Länge der Sonne, so hat man zugleich die heliocentrische Länge des Planeten.

Wenn der Planet in diesem Falle eben in seinem Knoten ist, so ist seine ganze heliocentrische Lage gegen die Ecliptik bestimmt. In andern Fällen aber,

wenn

Digitized by Google

wenn er eine würkliche Breite hat, so findet man seine heliocentrische Breite nur aus der geocentrischen, wenn man seinen Abstand von der Erde und der Sonne weiß. Denn da kann man aus den zweyen Verhältnissen:

$$TP : PO = r : t\,OTP$$
$$PO : SP = t\,PSO : r$$

die dritte schliessen

$$SP : TP = t\,OTP : t\,PSO.$$

§. 386.

Man findet aber diesen Abstand eines Planeten von der Erde so wohl als von der Sonne, wenn man einen Planeten zweymahl aus verschiedenen Orten in der Erdbahn, an einerley Orte in der Eccliptik beobachtet. Es sey (Fig. 67) die Sonne in S und in P sey ein Planet zweymahl von der Erde beobachtet, einmahl da sie in T, und ein ander mahl, da sie in t stand. Da man den Abstand der Sonne von der Erde weiß, und aus den beyden Zeiten der Beobachtung die Länge der Erde in jeder Beobachtung kennet, so weiß man den Winkel TSt, und mithin in dem Dreyecke TSt alles, was man gebraucht, die Seite Tt und die Winkel STt und StT zu finden.

Die in T und t beobachtete Länge des Planeten und die für die Zeiten der Beobachtung bekannten Längen der Sonne machen die Winkel STP und StP bekannt, aus welchen mit den vorher bestimmten STt und StT die Winkel PTt und PtT hergeleitet werden, und dann kann man in dem Dreyecke PTt die Seiten TP und tP berechnen. Nunmehro weiß man in dem Dreyecke TSP oder tSP die beyden

Digitized by Google

Seiten TS und TP oder tS und tP, und findet SP durch Rechnung.

§. 387.

Wenn man den Abstand SP als bekannt annimmt, so findet man daraus und mit TS und PTS die Linie TP und TSP, und daraus die heliocentrische Länge des Planeten auch ausser den Fällen der Zusammenkunft und des Gegenscheins.

Wenn der Planet in diesen Umständen eine Breite hat und in O stehet, so findet man wieder wie §. 385 das Verhältniß

$$SP : TP = t\,PTO : t\,PSO$$

Es ist aber auch

$$SP : TP = \sin PTS : \sin PST$$

und daraus folget der Satz, welchen man gemeiniglich in den astronomischen Büchern findet, daß der Sinus des Winkels an der Erde (anguli elongationis) sich zum Sinus des Winkels an der Sonne (anguli commutationis) verhalte, wie die Tangente der geocentrischen Breite zur Tangente der heliocentrischen Breite.

In dem Dreyecke TSP lieget zwar der Winkel bey T nicht zwischen den bekannten Seiten, allein bey den obern Planeten ist allezeit PS > ST, und überhaupt weiß man allemahl beyläufig, ob der Winkel bey S stumpf oder spitz ist, daher man aus den bekannten Stücken dennoch das Dreyeck bestimmen kann.

§. 388.

Wenn man diese Methoden anwendet und um die Zeit, da seine Breite abnimmt den Planeten mit seinen Beobachtungen verfolget bis sie gänzlich verschwindet, so giebt die heliocentrische Länge des Planeten

Digitized by Google

neten für diese Zeit zugleich die Länge seines Knoten; und zwar des aufsteigenden, wenn diese Beobachtungen bey Abnahme der südlichen Breite gemacht worden; des niedersteigenden, wenn sie bey Abnahme der nordlichen Breite angestellet sind. Da die Länge beyder Knoten um 6 Z. von einander entfernet sind, so hat man beyder Länge, wenn man die Länge des einen kennet.

Wenn man auf eben die Art den Planeten verfolget, wenn seine Breite zunimmt und für die Beobachtung da er die gröste Breite hat, seine heliocentrische Breite sucht, so hat man zugleich den Winkel, unter welchem die Bahn des Planeten die Eccliptik schneidet, die Neigung seiner Bahn gegen die Ecclíptik.

Diese Methoden geben diese Bestimmungen nur beyläufig. Allein hier war es auch genug überhaupt zu zeigen, wie man zur Erkänntniß derselben gelangen könne. Ich werde im folgenden zeigen, wie man sie mit grösserer Genauigkeit findet.

§. 389.

Setzet man nun die Lage der Knoten und die Neigung der Bahn eines Planeten gegen die Eccliptik voraus, so findet man die heliocentrische Länge und Breite desselben aus den geocentrischen auf folgende Weise.

Es sey (Fig. 68) die Sonne in S, die Erde in ihrer Bahn in T, und der Planet in der seinigen in P; die Knotenlinie sey DN, und der Winkel SNP der Neigungswinkel. Aus P sey die Linie PL senkrecht von dem Planeten auf die Eccliptik herabgelassen, da dann das Punct L von T aus gesehen, seine geo-

Digitized by Google

centrische, und von S aus, seine heliocentrische Länge vorstellet; der Winkel LTP ist seine geocentrische Breite, und LSP seine heliocentrische Länge. Man ziehe die Linie LT, welche die Knotenlinie in N schneiden wird, und ziehe die grade Linie PN, so stehet die Fläche PLN, da sie durch PL gehet, auf der Ecliptik senkrecht, und eine in T aufgerichtete senkrechte Linie wird PN in *p* schneiden. Durch *p*T lege man eine Fläche, so daß sie die Linie DN senkrecht schneide, so ist der Winkel T*np* dem Neigungswinkel der Bahn des Planeten gegen die Fläche der Ecliptik gleich.

§. 390.

Nach dieser Vorbereitung hat man in dem Dreyecke STN den Winkel bey S, aus der heliocentrischen Länge der Erde und des Knoten; STN das Complement des Winkels STL, welcher aus der geocentrischen Länge der Sonne und des Planeten bekannt ist, und die Seite ST, man findet also SN, TN, und den Winkel SNT. Alsdann findet man in dem bey *n* rechtwinklichten Dreyecke T*n*N aus dem Winkel bey N und der Seite TN die Seite T*n*, und aus dieser Seite und dem Winkel T*np* in dem rechtwinklichten Dreyecke T*np*, die Seite T*p*, welche mit der bekannten Seite TN des rechtwinklichten Dreyeckes T*p*N, die Linie *p*N bekannt macht, nebst dem Winkel TN*p*. Man hat nun in dem Dreyecke NTP, drey bekannte Stücke, den Winkel PTN, das Complement der geocentrischen Breite LTP, die Seite TN und den Winkel TNP und findet TP, und vermittelst dieser Linie und der geocentrischen Breite LTP in dem Dreyecke PTL die Seite TL. So erhält man endlich in dem Dreyecke TSL aus

den

Digitized by Google

den bekannten Seiten TL und TS und dem Winkel STL, den Winkel TSL und daraus die heliocentrische Länge, imgleichen die Linie SL und nach §. 385 die heliocentrische Breite PSL.

§. 391.

Aus der nunmehr bekannten Linie SL, welche man den abgekürzten Abstand (distantia curtata) des Planeten nennet, und der heliocentrischen Breite ergiebet sich auch die Linie SP, der Abstand des Planeten in seiner Bahn von der Sonne, so wie man auch aus der bekannten Linie TL und der geocentrischen Breite, den Abstand des Planeten in seiner Bahn von der Erde findet. Auf eben diesem Wege kann man auch zurück gehen, und aus der heliocentrischen Lage eines Planeten seine geocentrische finden.

§. 392.

Hiedurch befindet sich nun der Astronom im Stande, sich mit seinen Beobachtungen so oft er will in die Sonne zu setzen, und aus dem Mittelpuncte der Bewegung der Planeten ihren Gang zu beobachten. Dann kann er auf eben dem Wege, welchen ich im vorigen Capittel für die Sonne gezeiget habe, ihre Bewegung erforschen, und ich werde die Methoden hier nur kurz berühren dürfen, nach welchen es geschehen kann.

Das erste, was hier seine Aufmerksamkeit verdienet, ist die Projection der Bahn des Planeten an der Oberfläche der Weltkugel. Er wird bald finden, daß diese Projection in einer Ebene liege, in welcher sich die Sonne selbst befindet; daß sie daher einen der grösten Kugelschnitte ausmache, und da sie die

Digitized by Google

Eccliptik schneidet, daß solches an zwey entgegengesetzten Puncten geschehe. Da er nun aus der angestellten Untersuchung der Erdbahn schon weiß, wie brauchbar die Erkänntniß von der Zeit ist, in welcher ein Weltcörper sich um die Sonne beweget, so wird er zuerst seine Betrachtung auf diesen Punct richten. Man hat um zu dieser Erkänntniß zu gelangen, nur aus den Beobachtungen seine heliocentrische Lage gegen einen bekannten Fixstern zu beobachten, und die Zwischenzeit, zwischen zwo Beobachtungen von einerley Lage, die unmittelbar auf einander folgen, oder wenn verschiedene Umläufe in derselben verflossen sind, der Quotient aus der Zwischenzeit durch die Anzahl der Umläufe getheilet, giebet die Zeit eines Umlaufs.

§. 393.

Da von der genauen Bestimmung der Zeit eines Umlaufs bey Untersuchung der Planeten sehr vieles abhänget, so muß darauf alle Vorsichtigkeit angewendet werden. Wir haben das dahin gehörige nun schon so oft angeführet, daß man von selbst darauf gerathen kann.

Man wählet daher einen Stern der zur Zeit seines Gegenscheins, oder wenn es ein Unterplanet ist, zur Zeit seiner Zusammenkunft in der Abweichung sehr wenig von dem Planeten unterschieden ist, und dessen grade Aufsteigung derjenigen des Planeten gleichfals sehr nahe kommt. Wenn man zwo Beobachtungen von dieser Art hat, so findet man aus der bekannten graden Aufsteigung und Abweichung des Sterns und dem Unterscheide des Planeten von demselben, die grade Aufsteigung des Planeten und seine Abweichung selbst, und solches desto genauer,

je

Digitized by Google

je weniger der erwähnte Unterscheid ausmacht. Hieraus berechnet man seine geocentrische Länge und Breite, und daraus siehet man die heliocentrische, welches am sichersten in dem Gegenschein oder der Zusammenkunft geschiehet. Endlich bestimmet man hieraus die Länge des Planeten in seiner Bahn für die Zeit einer jeden Beobachtung, so erhält man die Grösse des Bogen, welchen der Planet in der Zwischenzeit in seiner Bahn zurückgeleget hat. Die vierte Proportionalzahl zu der Grösse dieses Bogens, zu 360 Graden, und der zwischen beyden Beobachtungen verflossenen Zeit, ist die Zeit, in welcher er seinen ganzen Umlauf verrichtet.

§. 394.

Wenn zwischen den Zeiten der Beobachtung der Planet einen oder mehrere ganze Umläufe vollendet hat, so verstehet es sich von selbst, daß man zu dem ersten Gliede der Verhältnisse so oft 360° hinzusetzen müsse, als ganze Umläufe vollendet sind. Je mehr dergleichen Umläufe aber in der Zwischenzeit der Beobachtungen verflossen sind, desto geringer ist der Einfluß, welchen die unvermeidlichrn Fehler derselben in die gesuchte Bestimmung haben. Diese Umläufe sind durch die ausgesuchtesten Beobachtungen dieser Art folgendergestalt bestimmt.

Für den Mercur	87 T.	23 St.	15,5 M.
Für die Venus	224 =	16 =	48,3 =
Für den Mars	686 =	23 =	30,5 =
Für den Jupiter	4332 =	12 =	
Für den Saturn	10759 =	8 =	

Digitized by Google

Und hieraus findet man durch eine einfache Anwendung der Proportionsregel die mittlere Bewegungen der Planeten für einen Tag, Stunde, Minute, u. s. f.

§. 395.

Diese angeführten Bestimmungen beziehen sich auf die Umläufe der Planeten, in Ansehung der Fixsterne. Da es aber ausgemacht ist, daß die Aequinoctialpuncte zurück weichen, so siehet man wohl, daß ihr Umlauf in Ansehung dieser Puncte so viel kleiner werden müsse, als ein Planet Zeit gebraucht den Bogen durchzulaufen, um welchen diese Puncte während eines Umlaufs zurückgegangen sind. Dieses Zurückweichen beträgt in einem Jahre $50,_3$ Sec. und man findet daraus und aus der bekannten Zeit des Umlaufes der Planeten, wie viel es für den Umlauf eines jeden Planeten ausmache, und wie viel Zeit jeder Planet dazu gebraucht. Hieraus ergiebet sich in Ansehung der Aequinoctialpuncte, und mithin der Länge der Planeten, der Umlauf

für den Mercur	87 T.	23 St.	14 M.	20 Sec.
für die Venus	224 =	16 =	41 =	37
für den Mars	686 =	22 =	19 =	
für den Jupiter	4330 =	12 =	27 =	
für den Saturn	10747 =	2 =	50 =	

§. 396.

Ob nun diese Umläufe der Planeten beständig einerley bleiben, oder einigen Veränderungen unterworfen sind, welche von der Geschwindigkeit ihrer Bewegung oder von einer Veränderung in der Grösse ihrer Bahn abhängen, das ist eine Frage, die erst in der

Digitized by Google

der Zukunft mit Gewißheit entschieden werden kann. Die Naturlehre scheinet Anleitung zu geben, diese Frage zu bejahen und die Beobachtungen gleichfals, ob man gleich noch nicht im Stande ist alle dahin einschlagende Ursachen zu erforschen und noch weniger zu entwickeln. So wohl bey dem Saturn als Jupiter findet man in der Zeit ihrer Umläufe Ungleichheiten, und noch dazu von verschiedener Art. Keppler muthmassete sie zuerst, da er die mittlere Bewegungen dieser Planeten beständig anders fand, wenn er sie aus Vergleichung der Beobachtungen Walthers und Regiomontans suchte, als wenn er sie aus Vergleichung der Beobachtungen Ptolomäus und Tycho bestimmte. Flamstead, Maraldi, Halley fanden eben das, und zwar, daß Saturns Geschwindigkeit kleiner, und Jupiters seine geschwinder werde. Delalande schliesset aus einer darüber angestellten Untersuchung, daß Saturn in 1900 Jahren 7° an seiner Bewegung verlohren habe, und daß sich diese Abnahme wie die Quadrate der Zeiten verhalte. Dieser Astronom findet aus einer Vergleichung anderer Beobachtungen noch eine andere und zwar der vorigen entgegenlaufende Veränderung in der Bewegung dieses Planeten, und setzet seine mittlere Bewegung in einem Jahre

12° 13′ 28″.

§. 397.

Eben solche Vergleichungen der Beobachtungen zeigen, daß Jupiters Bewegung geschwinder werde, und Halley setzet die Grösse dieser Veränderung 3° 49′ in 2000 Jahren. Wenn man annimmt, daß diese Zunahme in der Geschwindigkeit dem vorigen

Digitized by Google

gen Gesetze ebenfals folge, so kann daraus die mittlere Bewegung desselben für jede Zeit bestimmt werden.

An dem Mars, der Erde, Venus und Mercur hat man durch Hülfe der Beobachtungen bisher dergleichen Veränderungen nicht wahrnehmen können, vielleicht ist diese Veränderung zu geringe, als daß sie in Vergleichung von Beobachtungen, die höchstens auf ein paar tausend Jahr reichen, merklich seyn könne.

§. 398.

Nachdem vermittelst dieser Methoden die mittlere Bewegung der Planeten fest gesetzet worden, kann man nun den Planeten durch seine ganze Bahn verfolgen, und seine wahre Geschwindigkeit sammt seinen Abstand von der Sonne in jedem Puncte seiner Bahn untersuchen, und mit der mittlern Geschwindigkeit vergleichen. Man wird bey dieser Untersuchung finden, daß seine wahre Geschwindigkeit bald grösser bald kleiner sey, als die mittlere; daß sein Abstand in den Puncten seiner Bahn, wo seine Geschwindigkeit grösser ist, kleiner, und in den Puncten grösser sey, wo seine Geschwindigkeit kleiner ist; und daß diese Veränderungen überhaupt ähnlichen Gesetzen folge, als wir bey der Bewegung der Sonne oder der Erde §. 232. 234. bemerket haben. Es ist ein Punct also in der Bahn eines Planeten, wo seine Bewegung am langsamsten ist, von da an wächst seine Geschwindigkeit beständig bis der Planet das gerade entgegengesetzte Punct in seiner Bahn erreicht, wo seine Geschwindigkeit eben so wieder abnimmt. In dem erstern Puncte ist der Abstand des Planeten von der Sonne am grösten, in dem andern am klein-

Digitized by Google

kleinſten. Man nennet deswegen den erſtern die Sonnenferne (Aphelium), den andern die Sonnennähe (Perihelium). Die durch beyde Puncte gezogene grade Linie, heiſſet auch hier die Apſidenlinie. Wenn der Planet auf dem halben Wege von der Sonnenferne zur Sonnennähe, oder umgekehrt, iſt, ſo iſt ſeine wahre Geſchwindigkeit der mittlern gleich, und daſelbſt iſt er auch in ſeinem mittlern Abſtande. Man muß aus dieſem allen, wie §. 235. ſchlieſſen, daß der Planet ſich nicht in einem Circul bewege, oder wenn ſolches wäre, daß ſich die Sonne nicht im Mittelpuncte deſſelben befinde.

§. 399.

Man kann im Allgemeinen hier, ſo wie dort geſchehen, dieſe Ungleichheiten durch einen eccentriſchen Circul, oder auch durch einen Epicykel vorſtellen, in deſſen Umkreiſe ſich der Planet herumbeweget, während der Zeit, daß der Mittelpunct deſſelben ſich in dem Umkreiſe eines andern Circuls um die Sonne beweget. In der Strenge können dieſe Ungleichheiten dadurch hier noch weniger als bey der Erde erkläret werden, wenn ſie beſtimmt betrachtet werden. Allein ich habe mir einmahl vorgeſetzet, hier ſo wenig als möglich andere Linien zu gebrauchen, als welche aus der Elementargeometrie bekannt ſeyn müſſen. Ich verſchiebe daher die Betrachtung der Bewegung der Planeten in Ellipſen bis zu einem andern Theile, und die Figuren, worauf ich mich hier beziehe, ſollen nicht ſo wohl die Bahnen der Planeten darſtellen, als vielmehr nur dazu dienen, mich kürzer und faßlicher zu erklären.

§. 400.

Digitized by Google

§. 400.

Da wir also bey Untersuchung der Theorie von der Bewegung der Planeten eben denselben Weg zu gehen haben, welchem wir bey der Erde oder der Sonne gefolget sind, so müssen wir dahin zu gelangen suchen, für eine jede Zeit die mittlere Anomalie des Planeten, und aus derselben die wahre Länge desselben in seiner Bahn zu finden. Zu dem erstern gehöret nebst der schon bekannten mittlern Bewegung des Planeten eine genaue Bestimmung der Zeit, da der Planet einmahl durch die Apsidenlinie gegangen; und zu dem andern zu gelangen, muß man die Aequation des Mittelpuncts für eine jede mittlere Anomalie und die Lage der Apsidenlinie oder die Länge der Sonnenferne wissen. Dies alles wird nach eben den Methoden untersucht, die in dem vorhergehenden Capittel angeführet sind, und man kann, um sich diese Sache vorzustellen, sich eben der Figuren mit einer geringen Veränderung bedienen. Ich werde deswegen hier blos anführen dürfen, wie jedes derselben für die Planeten aus den Beobachtungen bestimmt ist.

§. 401.

Caßini hat in seiner Astronomie die hieher gehörigen Beobachtungen in grosser Menge gesammelt, und darauf seine astronomischen Tabellen gegründet. Man findet darin auf den Anfang des Jahrs 1760 die Länge der Sonnenferne

♄	8	Z.	29°	26′	29″
♃	6		10	24	7
♂	5		1	48	7
♀	10		7	52	20
☿	8		13	54	38.

Die

Digitized by Google

Die mittlere Länge der Planeten ist aus der Vergleichung eben so ausgesuchter Beobachtungen hergeleitet, aus welcher sie in den Tabellen für eben die vorige Epoche aus der bekannten mittlern Bewegung derselben festgesetzet für den

♄	11 Z.	23°	3′	53″
♃	10	7	41	37
♂	4	16	24	39
♀	4	19	2	31
☿	2	22	47	33

Die Länge der Sonnenferne kann wegen des Zurückweichens der Aequinoctialpuncte nicht einerley bleiben, wenn auch die Lage der Apsidenlinie unverrückt bliebe. In den Caßinischen Tabellen ist für die Sonenferne die Bewegung in 100 Jahren angenommen worden für

♄	2°	9′	44″
♃	1	34	42
♂	2	23	20
☿	2	13	20

Und nun gebrauchet man nichts weiter, für jede gegebene Zeit, die mittlere Anomalie zu finden.

§. 402.

Da ich hier der Veränderung der Sonnenferne in der Länge gedacht habe, so frägt es sich sehr natürlich, ob dieselbe allein von dem Zurückweichen der Aequinoctialpuncte herrühre, oder ob man dabey eine würkliche Bewegung der Apsidenlinie annehmen müsse. Um dies zu erforschen, darf man nur die Sonnenferne eines Planeten zweymahl beobachten. Wenn diese Zwischenzeit mit der Zeit des Umlaufs eines

Pla-

Digitized by Google

Planeten in Ansehung der Aequinoctialpuncte übereinstimmet, so hat die Apsidenlinie selbst keine eigene Bewegung. Ist sie kleiner oder grösser, so hat diese Linie eine eigene Bewegung wieder oder nach der Ordnung der Zeichen. Da die eigene Bewegung der Apsidenlinie, wenn sie überall stat findet, doch sehr geringe seyn muß, so wird zu dieser Bestimmung so viel Genauigkeit und Vorsichtigkeit erfordert, daß sie erst mit völliger Gewißheit von der Zukunft entschieden werden kann. So viel siehet man leicht, daß in den angeführten Caßinischen Bestimmung ausser dem jährlichen Zurückweichen noch eine eine eigene Bewegung der Sonnenferne zum Grunde liege, und zwar für ♄ 27″; ♃ 6″; ♂ 21″; ♀ 35″; ☿ 29″. Die Theorie scheinet ebenfals eine eigene Bewegung der Apsidenlinie zu verlangen, allein wie wenig ihre eigentliche Grösse ausgemacht sey, kann man allein aus der Vergleichung der Halleyischen jährlichen Bewegung derselben mit der eben angeführten Caßinischen erkennen. Er nimmt sie an für ♄ 30″; ♃ 22″; ♂ 20″; ♀ 6″; ☿ 2″.

§. 403.

Wenn man auf diese Art so weit gekommen ist, daß man für jede Zeit die mittlere Anomalie eines Planeten finden kann, so darf man nur für jedes Punct derselben die Aequation des Mittelpuncts wissen, um die wahre Anomalie und folgendes die wahre heliocentrische Länge des Planeten zu finden. Dies durch Beobachtungen allein auszumachen, würde eben so weitläuftig und schwer seyn, wie bey der Untersuchung der Bewegung der Sonne gezeiget worden. Man sucht deswegen nur die gröste Aequation des Mit-

Digitized by Google

Mittelpuncts des Planeten und vertheilet dieselbe nach einer gewissen Hypothese oder Linie, in welcher man den Planeten einhergehen lässet, für alle übrige Puncte seiner Bahn. Die Methode, nach welcher diese gröste Aequation des Mittelpuncts und daraus ferner die Eccentricität gefunden wird, ist ganz einerley, mit der, die bey der Sonnenbahn angewandt worden. Das einzige, was diese Arbeit etwas weitläuftiger macht, ist die Ableitung der heliocentrischen Erscheinungen aus geocentrischen Beobachtungen.

Caßini setzt diese gröste Aequation für

♄	6°	31′	40″
♃	5	31	17
♂	10	39	19
♀		49	6
☿	24	2	58.

§. 404.

Ich habe bereits gezeiget wie diese Ableitung gemacht und der dazu nöthige Abstand des Planeten von der Sonne gefunden werden könne. Indessen kann ich nicht umhin hier eines Kepplerischen Satzes zu erwähnen, wovon der Beweis nur in der Folge gegeben werden kann, nach welchen man die Verhältnisse der Abstände der Planeten von der Sonne aus dem Verhältnisse der Zeit ihrer Umläufe schliesset. Keppler fand aus Vergleichung ihrer Abstände mit diesen Zeiten, daß die Quadrate dieser Zeiten sich wie die Würfelzahlen ihrer Abstände verhielten. Wenn man nun für den mittlern Abstand der Erde von der Sonne 100000 annimmt, so findet man den mittlern Abstand von der Sonne für

Digitized by Google

♄	954007
♃	520098
♂	152369
☉	100000
♀	72333
☿	38710

und aus den angeführten grösten Aequationen des Mittelpuncts die Eccentricitäten für

♄ 54381; ♃ 25078; ♂ 14170; ☉ 1680; ♀ 505; ☿ 7970.

Nach diesen Verhältnissen findet man leicht den mittlern Abstand eines jeden Planeten von der Sonne, wenn der Abstand eines einzigen bekannt ist. Wir haben den Abstand der Erde von der Sonne 22918 Halbmesser der Erde gefunden, und dann ist der mittlere Abstand

♄	218639	Erdhalbmesser
♃	119196	
♂	34919	
☉	22918	
♀	16577	
☿	8871	

und die Eccentricität ♄ 12467 Erdhalbmesser; ♃ 5747; ♂ 3248; ♀ 116; ☿ 8871.

Da nun die Grösse des Erdhalbmessers bekannt ist, so kann man die mittlern Abstände der Planeten in jedem bekannten Maasse ausdrücken.

§. 405.

Aus dem bisher angeführten sind wir im Stande aus geocentrischen Beobachtungen alle die Gründe her-

Digitized by Google

herzuleiten, daraus man für jede gegebene Zeit die Länge eines jeden Planeten in seiner Bahn berechnen kann. Man muß aber nun die Gründe kennen lernen, welche man nöthig hat, wenn man diese heliocentrische Lage der Planeten auf die Ecliptik zurückführen will, um dadurch endlich zur Berechnung seiner geocentrischen Lage zu gelangen. Wenn man sich (Fig. 31) unter AQ die Ecliptik, unter CL die Bahn eines Planeten vorstellet, welche einander in N und I schneiden, und man ziehet durch den Ort S eines Planeten einen Circul senkrecht auf die Ecliptik, so ist SD der Abstand des Planeten von der Ecliptik oder seine heliocentrische Breite, und das Punct D seine heliocentrische Länge. Da der Punct S, die Länge des Planeten in seiner Bahn bekannt ist, so würde man die Hypothenuse NS des rechtwinklichten Dreyecks NDS kennen, wenn die Länge des Knoten N bekannt wäre, und wenn zugleich die Neigung der Bahn des Planeten gegen die Ecliptik ausgemacht wäre, so könnte man das ganze Dreyeck berechnen, und die Seiten SD, die heliocentrische Breite, und ND finden, woraus mit der bekannten Länge des Knoten die heliocentrische Länge des Planeten gefunden wird.

§. 406.

Die Länge des Knoten, der Bahn eines Planeten und ihre Neigung gegen die Ecliptik, sind also die zween vornehmsten Stücke, auf welche die heliocentrische Zurückführung des Planeten auf die Ecliptik beruhet. Ich habe schon in dem vorhergehenden beyläufig gezeiget, wie beydes gefunden werden könne. Man bedienet sich insgemein verschiedener

Digitized by Google

Wege, um zur Bestimmung dieser bey der Bewegung der Planeten besonders wichtigen Stücke zu gelangen, und ich werde daher hier noch diejenigen anführen, wodurch, wie mir deucht, hierin die gröste Genauigkeit erreicht wird.

§. 407.

Da die heliocentrische Länge eines Planeten nicht mit mehrer Zuverläßigkeit gefunden werden kann, als in seiner Zusammenkunft und Gegenschein mit der Sonne, so beobachte man diese Zeit und die heliocentrische Länge des Planeten so genau als es möglich ist, besonders wenn dieser Aspect sich nicht weit von dem Knoten zuträgt, oder wenn der Planet keine grosse Breite hat. Man verfolge alsdann nach den gegebenen Anweisungen den Planeten mit Beobachtungen, so lange bis er gar keine Breite hat oder gar die entgegengesetzte Breite erhalten hat, und suche genau die Zeit zu bestimmen, da er gar keine Breite gehabt oder in seinem Knoten gestanden. Da man nun aus der bekannten Geschwindigkeit des Planeten und aus der Zeit, welche von dem besagten Aspect bis zu seinen Durchgang durch den Knoten verflossen ist, den Bogen zwischen der gefundenen Länge und den Knoten findet, so darf man denselben nur zu der gefundenen Länge hinzusetzen oder abziehen, um die Länge des Knoten und zugleich die Epoche zu finden, da er durch denselben gegangen.

§. 408.

Wenn man sich nun einmahl von der Lage des Knoten genau versichert hat, so weiß man auch zugleich aus der bekannten Theorie der Sonne die Zeit,

da

Digitized by Google

da die Erde in der Knotenlinie eines Planeten stehet. Wenn man in diesem Zeitpuncte durch die Beobachtung die geocentrische Breite des Planeten sucht, so ist diese geocentrische Breite einerley mit der heliocentrischen Breite, welche der Planet in eben derselben heliocentrischen Entfernung vom Knoten erhält. Es sey (Fig. 69) NLKD die Ecclíptik, NPMD die Bahn des Planeten, DN die Knotenlinie, in S die Sonne und in T die Erde. Der Planet stehe in P, wo sein geocentrischer Abstand vom Knoten PTN ist, und seine geocentrische Breite der Winkel PTL. Nun ziehe man aus S in der Fläche der Ecclíptik *Sl* parallel mit SL, und in der Bahn des Planeten *Sp* parallel mit SP, so ist $NS\mathit{l} = NTL$, und $NS\mathit{p} = NTP$, und da auch die heliocentrische Breite $\mathit{p}S\mathit{l} = PTL$ ist, so hat man aus dieser Beobachtung unmittelbar die heliocentrische Breite des Planeten für den heliocentrischen Abstand vom Knoten $NS\mathit{p} = NTP$. Aus der beobachteten geocentrischen Länge des Planeten findet man $NTL = NS\mathit{l}$, und aus der geocentrischen Breite $LTP = \mathit{l}S\mathit{p}$. Man erhält dadurch in dem rechtwinklichten Dreyecke $N\mathit{lp}$ die beyden Seiten $N\mathit{l}$ und lp, und findet daraus den Winkel $\mathit{l}N\mathit{p}$, die Neigung der Bahn des Planeten gegen die Ecclíptik.

§. 409.

Diese Methode ist desto zuverläßiger, je weiter der Planet von seinem Knoten entfernet ist, so wie überhaupt dergleichen Untersuchungen desto geringern Fehlern unterworfen sind, je grösser die Dinge sind, welche man aus den Beobachtungen zu erhalten sucht, und woraus das gesuchte bestimmet werden soll. Wenn der Winkel an der Erde ein rechter Winkel

Digitized by Google

ist, wie KTS, so giebt die geocentrische Breite KTM die heliocentrische Breite *k*S*m*, und man hat dadurch unmittelbar die Neigung der Bahn des Planeten gegen die Ecclíptik oder den Winkel LNP, ohne daß man erst ein sphärisches Dreyeck berechnen darf.

§. 410.

Man hat nach diesen und andern dienlichen Methoden diese Stücke bey der Bahn der Planeten und ihrer Bewegung zu bestimmen gesucht, und ich führe sie hier so an, wie sie in den Caßinischen Tabellen zum Grunde liegen. Nach denselben ist die Neigung der Bahn

♄	2°	30′	36″
♅	1	19	30
♂	1	50	54
♀	3	23	20
☿	7		

Die Länge der aufsteigenden Knoten im Anfange des Jahrs 1760

♄	☊	22°	10′	35″
♅	3	7	53	58
♂	1	17	51	25
♀	2	14	33	25
☿	1	15	33	48

§. 411.

Daß diese Länge der Knoten veränderlich sey, siehet man allein daraus, weil wegen des Zurückweichens der Aequinoctialpuncte das Punct verändert wird, wo man anfänget die Länge zu zählen. Aus dieser Ursache allein muß die Länge der Knoten jährlich

Digitized by Google

lich so viel grösser werden, als das Zurückweichen der Aequinoctialpuncte beträgt. Ob aber die Knoten ausserdem eine eigene Bewegung haben, solches kann auf eben der Art gefunden werden, als die Bewegung der Sonnenferne §. 248. Die Naturlehre lehret, daß sie stat finden müsse, und eben diese unterrichtet uns, daß auch die Neigungen der Bahnen der Planeten gegen die Ecliptik Veränderungen unterworfen sind, welche die Beobachtungen allein bisher kaum muthmassen ließ.

§. 412.

Caßini setzet die hundertjährige Bewegung der Knoten

♄	1°	35′	11″
♃		40	9
♂		56	40
♀		56	40
☿	1	24	40

Hieraus folget, daß er für die eigene jährliche Bewegung des Knoten ♄ 6″ nach der Ordnung der Zeichen, für ♃ 27″ gegen die Ordnung der Zeichen, für ♂ und ♀ 17″ ebenfals gegen die Ordnung der Zeichen angenommen, und die Knoten ☿ ohne alle Bewegung gelassen habe.

§. 413.

Damit man endlich sehe, wie wenig noch bisher die Beobachtungen hinreichen hierin etwas gewisses auszumachen, so darf ich nur anführen, daß Halley in seinen Tabellen die eigene Bewegung der Knoten für den ♄ 38″ für den ♂ 5″ kleiner, und für ♀ 2″ grösser, als Caßini setzet; und eben so verschieden

Digitized by Google

ist seine Bestimmung der Länge der Knoten. Hieraus ergiebt sich von selbst, daß in diesem Theile der Astronomie noch sehr wichtige Arbeiten übrig sind, die in Jahrhunderten noch nicht vollendet seyn werden.

§. 414.

Hiedurch ist es nun ausgemacht, wie man aus geocentrischen Beobachtungen diejenigen Stücke herleiten könne, welche §. 405 erfordert würden, die heliocentrische Länge und Breite eines Planeten für jede gegebene Zeit zu berechnen, aus welchen die geocentrische Länge und Breite desselben nach §. 389 für solche Zeit gefunden wird. Und nunmehro wird uns nichts weiter im Wege stehen die Einrichtung der astronomischen Tabellen einzusehen und sie mit Sicherheit zu gebrauchen. Ein einziges Beyspiel wird hinreichen die kleinen Schwürigkeiten, welche gänzlich ungeübten bey der Ausübung aufstossen pflegen, völlig zu heben.

§. 415.

Es sey also die geocentrische Länge und Breite Jupiters für den wahren Mittag des 8 Junii 1767 nach den Tabellen zu berechnen.

Das erste, worauf man bey dem Gebrauche astronomischer Tabellen zu sehen hat, ist die Zeit, welche darin gebraucht wird, und der Mittagskreis, nach welchen sie gezählet wird. Da ich in diesem Beyspiele die vom P. Hell besorgte Ausgabe der Delacaillischen Sonnentabellen und der Caßinischen Planetentabellen gebrauchen werde, in welchen sich die Zeit auf den Mittagskreis von Paris beziehet, so muß zuerst die gegebene Greifswaldische Zeit, vermittelst

Digitized by Google

mittelſt des Unterſcheids der beyden Mittagskreiſe, welche 45′ 25″ ausmacht, in Pariſer Zeit verwandelt werden. Man zählet alſo in Paris 11 U. 14′ 35″, wenn in Greifswald 12 U. gezählet wird, oder aſtronomiſch zu reden, wie in den Tabellen geſchiehet 23 U. 14′ 35″, wenn in Greifswald 24 oder o U. gezählt wird. Da aber auch in den Tabellen der Tag von einem Mittage bis zum andern gezählet wird, ſo iſt auch der 7 Jun. noch nicht verfloſſen, ehe die Uhr 24 iſt, und man erhält alſo für die gegebene Greifswaldiſche Zeit 1767 d. 8 Jun. folgende wahre Pariſer Zeit

1767 d. 7 Jun. 23 U. 14′ 35″.

§. 416.

In allen aſtronomiſchen Tabellen wird die mittlere Zeit gebraucht, und daher muß vermittelſt der Zeitgleichung aus der gegebenen wahren Zeit, die mittlere gefunden werden. Man gebraucht zur Erfindung der Zeitgleichung die mittlere Anomalie und den wahren Ort der Sonne. Da es hiebey auf eine Kleinigkeit nicht ankommt, ſo kann man die gegebene wahre Zeit für die mittlere annehmen, und dieſe Stücke aus den Tabellen berechnen. Man findet die mittlere Anomalie 11 Z. 7° 37′ 52″, und den wahren Ort der Sonne 2 Z. 17° 18′ 4″. Damit findet man Tab. 17 und 18 die beyden Theile der Zeitgleichung + 2′ 52″ und − 4′ 24″, welches zuſammen — 1′ 32″ beträgt, und die mittlere Zeit würde alſo ſeyn

1767 d. 7 Jun. 23 U. 13′ 3″

welche man gebrauchen muß, die geforderte Lage des Jupiters zu finden.

Digitized by Google

§. 417.

Nunmehr suchet man zuerst die wahre Länge der Sonne. Es sey (Fig. 70) in T die Erde, um welche sich die Sonne in dem Circul LAMP beweget, und Q sey der Mittelpunct der Bewegung. Man findet in Tab. II. V. VI. die mittlere Länge der Sonne

1767 —	9 Z.	9°	53′	44″,7
7 Jun.	5	5	43	56,2
23 St.			56	40,5
13 Min.				32
3 Sec.				0,1

und wenn man alles dies in eine Summe bringt, für solche Zeit die mittlere Länge der Sonne oder den Winkel VQL = 2 Z. 16° 34′ 53″,5.

§. 418.

Um nun die mittlere Anomalie oder den Winkel AQL zu finden, muß man die Lage der Erdferne A suchen. Man findet sie in den vorher angeführten Tabellen

1767 —	3 Z.	8°	56′	37″
7 Jun.				28,4

und also für die gegebene Zeit die Länge der Erdferne oder VQA, 3 Z. 8° 57′ 5″,4. Wenn man nun die Länge der Erdferne von der mittlern Länge der Sonne abziehet, so wird VQL — VQA = LQA, 11 Z. 7° 37′ 48″,5 die mittlere Anomalie. Mit selbiger findet man Tab. die Gleichung des Mittelpuncts. Sie ist nur für die Grade berechnet. Will man genau verfahren, so sucht man diese Gleichung für 11 Z. 7° und 11 Z. 8° und den Unterscheid derselben, welcher 1′ 49″,9 ausmacht. Und dann setzt

man

Digitized by Google

man die vierte Proportionalzahl zu einen Grad, zu 37′ 48″ und zu 1′ 49″,9; zu der Gleichung des Mittelpuncts für 11 Z. 7° hinzu, oder zieht sie davon ab, nachdem diese Gleichung wächset oder abnimmt. In unserm Exempel findet man für die Gleichung des Mittelpuncts oder den Winkel QLT, 43′ 8″ mit dem Zeichen +. Man darf daher nur diese Gleichung zu der gefundenen mittlern Länge VQL hinzusetzen, so hat man VNL = VTL die wahre Länge der Sonne 2 Z. 17° 18′ 1″,5.

§. 419.

Ich darf hiebey eine Schwürigkeit zu heben nicht vergessen, welche diejenigen, die in dem Gebrauche der astronomischen Tabellen nicht geübt sind, gemeiniglich aufzustossen pflegt. Ich verlangte, daß die Länge der Erdferne 3 Z. 8° 57′ 4″,4 von der mittlern Länge der Sonne 2 Z. 16° 34′ 53″,5, und also das grössere von dem kleinern abgezogen werden sollte. Damit dies geschehen konnte, setzte ich zu dem kleinern eine ganze Circulperipherie oder 12 Z. hinzu, dadurch erhielte ich 14 Z. 16° 34′ 53″,51, von welchem die Länge der Erdferne abgezogen werden konnte und die mittlere Anomalie 11 Z. 7° 37′ 48″,1 zurückließ. Dies war der Bogen AMPL. Hätte ich dies Verfahren umgekehret und die mittlere Länge der Sonne von der Länge der Erdferne abgezogen, so wäre 0 Z. 22° 22′ 11″,9 oder der Bogen AL übrig geblieben. Beydes giebt den Abstand des Puncts L in dem Umkreise des Circuls von dem Punct A an. Im erstern Falle gehet man in der Peripherie des Circuls von A nach M, und im andern von A nach der entgegengesetzten Seite herum. Man hat aber viele

viele Bequemlichkeiten, wenn bey der Einrichtung der Tabellen die Umkreise immer auf einerley Art herumgezählet werden. Man nimmt das Punct, welches den wenigsten Veränderungen ausgesetzt ist, wie hier die Erdferne, und zählet von demselben den Abstand der Sonne beständig auf einerley Art in dem Umkreise; und dies kann man nicht anders erhalten, als daß die Länge des einen und eben desselbigen beständig von der Länge des andern, wenn es nöthig ist, mit einem ganzen Umkreise vermehrt, abgezogen werde. Man muß sich dies für alle ähnliche Fälle ein für allemahl merken.

§. 420.

Man findet in den Tab. II. V. VI. noch einige Gründe zu kleinen Verbesserungen der gefundenen Länge der Sonne angeführet. Sie hängen von der Lage der Knotenlinie des Mondes, von dem Abstande Jupiters, Venus und des Mondes von der Sonne ab, und können allererst in dem physicalischen Theile der Astronomie erkläret werden. Ihren Gebrauch siehet man leicht in den Tab. IX. X. XI. XII. XIII. Ich will das zweyte Argument zum Beyspiele hersetzen, weil ich dabey zugleich zeigen kann, wie die Einschaltung (interpolatio) in Tabellen, wobey man auf zwey Stücke zu sehen hat (à double entrée) zu verrichten ist. Für dies Argument findet man

1767 —	3 Z.	29°,7
7 Jun.	4	22,6
23 St.		0,8

Mit dieser Summe 8 Z. 23° findet man Tab. X. leicht die dazu gehörige Gleichung —6″,3.

§. 421.

Digitized by Google

§. 421.

In der Tab. XII. gebrauchet man nebst diesem Argument noch die mittlere Länge der Sonne, 2 Z. 16°. Siehet man blos auf die Zeichen, so findet man für 8 Z. des Arguments, und 2 Z. der mittlern Sonnenlänge die Gleichung $+0,_5$. Wenn man aber die Grade bey dem einen und andern in Betrachtung ziehen will, so suchet man zuerst mit dem Argument 8 Z 23° für 2 Z., und danächst auch für 3 Z. der mittlern Sonnenlänge, die dazu gehörigen Gleichungen. Man findet im erstern Falle $+1,_4$, im andern $+0,_8$. Da also für 2 Z. der mittlern Sonnenlänge die Gleichung $1,_4$, und für 3 Z. solcher Länge $0,_8$ ist, so findet man durch eine neue Einschaltung für 2 Z. 16° die Gleichung $+1,_1$, und wenn man diese mit der Tab. X. gefundenen $-6,_4$ zusammensetzt, die ganze Gleichung des zweyten Argum. $-5,_3$.

Wenn man für die übrigen Argumente eben so die gehörigen Gleichungen sucht, und mit der gefundenen in eine Summe bringet, so erhält man $+5'',_5$ und mithin die hiedurch verbesserte Länge der Sonne

2 Z. 17° 18′ 7″

und wenn man 6 Z. hinzusetzt oder wegnimmt, die Länge der Erde

8 Z. 17° 18′ 7″.

Mit der mittlern Anomalie findet man noch den Abstand der Erde von der Sonne 10157, wenn der mittlere Abstand 10000 ist nach Tab. XXVII.

§. 421.

Völlig auf ähnliche Art findet man die Länge ♃ in seiner Bahn. Man ziehet aus Tab. VIII. X. XI. die

die mittlere Länge des Planeten

1767 — 5 Z.	10°	10′	35″
d. 7 Jun.	13	8	5
23 St.		4	47
13 M.			2,7
3 Sec.			0,6

welche in einer Summe gebracht, seine mittlere Länge giebt

5 Z. 23° 23′ 30″.

Alsdann suchet man die Länge der Sonnenferne aus eben den Tabellen

1767 — 6 Z.	10°	30′	49″
d. 7 Jun.			25

so wird die Länge der Sonnenferne seyn

6 Z. 10° 31′ 14″.

Wenn man diese von der mittlern Länge des Planeten abziehet, so bleibet für die mittlere Anomalie

11 Z. 12° 52′ 16″

mit welcher man Tab. XII. die Gleichung des Mittelpuncts + 1° 0′ 20″, und seinen Abstand von der Sonne 54491 in Theilen des mittlern Abstandes der Erde von der Sonne, zu 10000 gerechnet, findet.

Wenn man nun diese gefundene Gleichung des Mittelpuncts zu der mittlern Länge des Planeten hinzusetzet, so hat man die Länge Jupiters in seiner Bahn

5 Z. 24° 23′ 50″

§. 423.

Um nun diese gefundene Länge auf die Ecliptik zurück zu führen, so stelle man sich (Fig. 71) vor, INV sey die Bahn Jupiters, welche von der Flä-

che

Digitized by Google

che der Eccliptik in ☊☋ geschnitten wird, die Erde sey in T, und die Sonne in S; aus I sey IL senkrecht auf die Eccliptik gezogen, und man ziehe die Linien TI, TL, SI und SL. So bald man ☊I und den Winkel I☊L weiß, findet man ☊L. Da der Winkel I☊L beständig einerley ist, so hat man für jeden Abstand vom Knoten ☋I, in einer Tabelle berechnet, wie viel man zu ☊I hinzusetzen oder davon wegnehmen müsse um ☊L zu erhalten, imgleichen wie viel IL oder die heliocentrische Breite ISL für jede Grösse ☊I betrage.

Um nun ☊I zu finden, suchet man aus den Tab. VIII. X. auch die Länge des Knoten

1767 — 3 ☋. 7° 56′ 46″
d. 7 Jun. 11

so hat man 3 ☋. 7° 56′ 57″, welche von der Länge des Planeten in seiner Bahn 5 ☋. 24° 23, 50″ abgezogen, das Argument der Reduction und der Breite ☊I, 2 ☋. 16° 26′ 53″ übrig lassen. Mit diesem Argumente findet man Tab. XI. — 14′, welche von der Länge Jupiters in seiner Bahn abgezogen, seine heliocentrische Länge geben

5 ☋. 24° 23′ 26″.

Mit eben dem Argemente ☋I findet man auch Tab. XII. seine heliocentrische Breite

1° 17′ 18″.

§. 424.

Wenn man nun aus der bekannten Linie SI = 54491 und dem Winkel ISL = 1° 17′ 18″ das bey L rechtwinklichte Dreyeck ILS berechnet, so findet man den abgekürzten Abstand des Planeten SL = 54477. Aus dem Unterscheide der Länge der Erde und

und des Planeten findet man den Winkel TSL = 2 ☌. 22° 54′ 31″ oder 82° 54′ 31″, und hat man daher alles nöthige Dreyeck TSL zu berechnen. Man findet den Winkel an dem Planeten TLS = 10° 43′ 25″, den Winkel an der Erde LTS = 86° 22′ 4″. Diesen Winkel an der Erde setzet man zu der Länge der Länge der Sonne hinzu oder ziehet ihn davon ab, nach der verschiedenen Lage der Weltcörper, so hat man die geocentrische Länge des Planeten. In unserm Falle, wo die Addition gebraucht werden muß, findet man seine geocentrische Länge.

5 ☌. 13° 40′ 11″.

§. 425.

Man würde eben das erhalten, wenn man zur heliocentrischen Länge des Planeten den Winkel am Planeten hinzusetzet oder davon wegnimmt. Wenn man sich für einen vorhabenden Fall eine Figur entwirft, so findet man leicht, ob die eine oder andere Rechnungsart gebraucht werden müsse. In den practischen Büchern werden dazu besondere Regeln gegeben, wovon man den Grund ohne Schwürigkeit findet.

Nunmehro findet man aus dem Verhältnisse der Seiten TL und SL oder aus dem Verhältnisse des Sinus der Winkel an der Sonne und Erde, und der heliocentrischen Breite nach §. 299 u. f. die geocentrische Breite

1° 17′ 27″.

Man siehet endlich auch wohl, wie aus der Linie TL und dem Winkel LTI die Linie TI oder der Abstand des Planeten von der Erde gefunden werde.

Im-

Digitized by Google

Imgleichen wie man zur Bestimmung der Länge der Sonne und der Erde aus dem Planeten gesehen gelangen könne, und wie man überhaupt dasjenige durch Schlüsse und Rechnungen herausbringen könne, was bey der Lage dieser Weltcörper merkwürdig seyn kann.

§. 426.

Wenn man nun die Methoden anwendet, welche im vorigen angegeben sind, die scheinbare Grösse der Weltcörper zu beobachten, so findet man aus solcher Grösse und aus dem Abstande zur Zeit der Beobachtung von der Erde, wie groß sie in jedem andern Abstande erscheinen müssen. Vermittelst dieses Schlusses hat man gefunden, daß die Durchmesser ☿6″,7; ♀16″,7; ☾18″; ♂9″,9; ♃3′13″,7; ♄2′51″,7 in einer Entfernung, die dem mittlern Abstande der Erde von der Sonne gleich ist, erscheinen würden.

§. 427.

Nimmt man nun noch an, daß alle diese Weltcörper vollkommene Kugeln oder ähnliche Cörper sind, wo sich die cörperlichen Grössen wie die Würfel der Durchmesser verhalten, so kann man die Verhältnisse ihrer cörperlichen Grössen durch folgende Zahlen ausdrücken

☿0,05158; ♀0,7986; ☾1; ♂0,1664; ♃1246; ♄868.

Man siehet hieraus, daß die Planeten in dem Weltgebäude eine so ansehnliche Stelle einnehmen als unsere Erde, wenn man auf ihre Grösse siehet.

§. 428.

Gemeiniglich pflegt hieben die Frage aufgeworfen zu werden, ob es auch auf den Planeten vernünftige

Digitized by Google

Einwohner gebe? Sie ist für die Astronomie von gar keiner Wichtigkeit, und beantwortet sich überdem von selbst für diejenigen, welche mit aufmerksamen Blick ohne Vorurtheile die Mannigfaltigkeit der Werke des Schöpfers betrachten.

§. 429.

Diejenigen, welche diese Bewohnung behaupten verlohren sich zu weit, wenn sie ihnen menschliche Cörper gaben, sie von der Fußsohle bis auf die Scheitel abmassen und nach ihren Entfernungen von der Sonne Riesen oder Lilliputer aus ihnen machten. Der Gegentheil konnte nun freylich auch keine wichtige Gründe haben eine so gegründete Muthmassung als die von der Bewohnung der Planeten ist, umzustossen, nachdem die Astronomen dafür gesorget hatten, daß daselbst Raum genug für eine Menge Einwohner sey. Sie begnügten sich deswegen damit in allerhand nach ihrer Meynung schwer zu beantwortenden Fragen Ursache zu finden, eine solche Meynung zu verwerfen, und sie verleiteten zuweilen einen unvorsichtigen Gegner, sich auf eine Beantwortung, die sie nicht verdienten, einzulassen und den Vortheil eines überlegten, ich weiß es nicht, fahren zu lassen. In der Astronomie kann diese Frage nicht ehe in Betrachtung kommen, bis diese Einwohner Kräfte genug haben werden, die Bewegung der Weltcörper zu ändern.

§. 430.

Daß die Planeten sich, so wie die Erde, um ihre Axe bewegen hat man auf eben die Art, wie die Umdrehung der Sonne, aus Beobachtung der Bewegung ihrer Flecken bey einigen und bey den übrigen

aus

Digitized by Google

aus der Aehnlichkeit geschlossen. Mercur ist nach seiner Grösse zu weit von uns entfernet, als daß man bisher auch mit den besten Sehröhren Flecken auf ihn hätte entdecken können. Er ist überdem beständig sehr nahe bey der Sonne, und daher entweder wegen der Dämmerung oder der Dünste des Horizonts unsern Beobachtungen entzogen. Es ist beynahe eben so schwer, die Zeit der Umdrehung der Venus zu bestimmen. Caßini muthmassete aus der Beobachtung eines Flecken, daß diese Zeit nicht völlig einen Tag betrage. Bianchini, welcher diesen Planeten mit vielem Fleisse und unglaublicher Mühe beobachtet hat, setzet die Zeit dieser Umdrehung auf 23 Tage. Sie ist noch nicht mit Gewißheit ausgemacht. Vom Mars und Jupiter geben die Beobachtungen mit Zuverlaß, daß ersterer 24 St. 40 Min., und letzterer 9 St. 56 M. zu einer Umdrehung gebrauche. Bey dem Saturn ist man darüber so ungewiß, als bey dem Mercur. Man findet auf ihm keine Flecken, woraus man seine Umdrehung und noch weniger die Zeit derselben schliessen könne.

§. 431.

Auf dem Jupiter findet man überdem noch einige helle und dunkle Streifen. Sie sind der Zahl nach, nicht allezeit gleich. Zuweilen siehet man zween, öfter drey und selten vier. Sie haben zuweilen einen scharfen ebenen, zuweilen einen ausgebrochenen Rand. Sie sind zuweilen leicht und deutlich zu sehen, und in kurzer Zeit werden sie undeutlich und man muß das Auge angreifen, sie zu erkennen. Alles dies erreget natürlicher Weise die Muthmassung, daß die Oberfläche des Jupiters ungemein veränderlich seyn

Digitized by Google

müsse, und da dieser Planet sich dazu sehr geschwinde um seine Axe beweget, so könnte dies allein die Untersuchung veranlassen, ob er nicht, so wie die Erde, gegen die Pole abgeflacht sey. Die genauesten Beobachtungen bestätigten diese Muthmassung, und man fand das Verhältniß der Axe zum Durchmesser des Aequators wie 13 zu 14.

§. 432.

Es ist ungemein schwer, die Lage der Axe oder des Aequators für die Planeten genau zu bestimmen, von deren Umdrehung man durch die Beobachtung überzeugt ist. Man folget zwar in diesen Untersuchungen eben der Methode, welche wir bey Bestimmung der Lage des Sonnenaequators gebraucht haben, allein man kann die Flecken der Planeten nur durch sehr grosse Sehröhre erkennen, und bey diesen lassen sich die Cap. 3. beschriebenen Zurüstungen nicht anbringen, wodurch man ihre Lage auf der Oberfläche des Planeten zu verschiedenen Zeiten bestimmet.

Bianchini schloß aus seinen Beobachtungen, daß der Aequator der Venus eine Neigung von 75 Gr. gegen die Eccliptik habe.

So viel man aus der Bewegung der Flecken auf dem Mars, die ziemlich groß, aber sehr veränderlich und an ihrem Rande gemeiniglich unbestimmt sind, schliessen kann, lieget der Aequator desselben mit seiner Bahn in einer Ebene. Auf diesem Planeten herrschet daher ein beständiger Frühling, so wie es auf der Erde seyn würde, wenn der Aequator in der Fläche der Eccliptik läge.

Den

Digitized by Google

Den Jupiter findet man in dieser Absicht fast in ähnlichen Umständen. Die Neigung seines Aequators gegen seine Bahn gehet nicht über drey Grade.

§. 433.

Ich habe schon angeführet, daß man bisher auf dem Saturn keine Flecken wahrgenommen, aus deren Bewegung man seine Umdrehung um die Axe schliessen können, obgleich der ältere Caßini verschiedentlich auf ihm zween dunkle Streifen, wie man sie auf dem Jupiter findet, bemerket haben will. Sonst findet man bey dem Saturn eine besonders merkwürdige Erscheinung, die hier berühret zu werden verdienet.

Die Sehröhre waren nicht so bald zu einiger Vollkommenheit gebracht worden, als man gewahr ward, daß Saturn zu verschiedenen Zeiten andere und andere Gestalten anzunehmen schien. Zu einer Zeit fand man ihn rund, wie die übrigen Planeten; zur andern Zeit sahe man an zwo Seiten elliptische Krümmungen hervorgehen, die sich nach und nach öfneten, eben so wieder zusammen zogen und wieder verschwanden. Da diese Krümmungen nahe an dem Planeten schmäler und schmäler wurden, so glaubte Galiläus den Saturn aus drey Kugeln zusammengesetzt zu sehen. Vermuthlich war das Sehrohr, wodurch er ihn zuerst sahe, nicht so vollkommen, daß er alles deutlich übersehen konnte. Er ward bald seinen Irrthum inne, aber den folgenden Zeiten war es vorbehalten, die Erklärung dieser sonderbaren Erscheinung zu finden.

§. 434.

Wenn man sich um den Saturn einen sehr dünnen

Digitized by Google

Ring vorstellet (wie Fig. 72) der mit dem Saturn einerley Mittelpunct hat, und dessen Breite der Breite des Raums, zwischen dem Saturn und dem Ringe ungefähr gleich ist, so ist man im Stande überhaupt die verschiedenen Gestalten zu erklären, in welchen Saturn erscheinet. So oft die Sonne entweder nur den Rand des Ringes erleuchtet oder die von uns abgekehrte Seite desselben wird man den Ring überall nicht sehen. Im ersten Falle, weil er zu schmal ist, als daß er in solcher Entfernung gesehen werden könne; im andern weil er kein Licht zu uns zurück schickt. Der erste Fall findet stat, wenn die Sonne in der Fläche des Ringes lieget, welches nothwendig bey jedem Umlaufe zweymahl geschiehet, wenn nämlich die Sonne in der Linie zu stehen kommt, in welcher die Fläche des Ringes die Bahn Saturns schneidet. Der zweyte Fall kommt bey einem besondern Umstande vor, wo dieser Planet der Erde sichtbar ist, und gleichwohl die gegen die Erde gerichtete Seite des Ringes nicht von der Sonne erleuchtet ist. Folgende Betrachtung wird alles hinlänglich auseinander setzen.

§. 435.

Es sey (Fig. 73) die Sonne in S, und FGHI die Bahn der Erde, RXVZ die Bahn des Saturns, der Planet stehe in R und AN sey die Linie, in welcher die Fläche des Ringes die Bahn Saturns schneidet. So wird die gegen S und gegen die ganze Erdbahn gerichtete Seite des Ringes von der Sonne erleuchtet, und da die von dem Auge in den Mittelpunct des Ringes gezogene grade Linie schief auf die Fläche des Ringes stehet, wird derselbe in der Figur einer

Digitized by Google

einer Ellipse erscheinen müssen, aus welchem Punete der Erdbahn er auch gesehen werden mag.

§. 436.

Wenn man nun setzet, daß der Planet von K nach X dergestalt fortgehet, daß die Fläche des Ringes beständig parallel bleibet, so wird die aus dem Auge auf den Mittelpunct des Ringes gezogene grade Linie immer schiefer auf die Fläche des Ringes, bis sie endlich ganz in die Fläche des Ringes fällt, wo die Figur der Ellipse in eine grade Linie übergehet, wo also der Ring nicht gesehen wird. Dies kann geschehen, wenn die Erde in F, und Saturn in B stehet, oder wenn die Erde zwischen F und G, und der Planet zwischen B und X stehet, dergestalt, daß die von der Erde in den Mittelpunct des Ringes gezogene grade Linie in die Fläche des Ringes fällt.

§. 437.

In diesem Falle, wenn der Planet zwischen B und X stehet, ist es möglich, daß die von der Erde abgekehrte Seite des Ringes von der Sonne erleuchtet werde, wenn nämlich die Erde so stehet, daß die Fläche des Ringes zwischen derselben und der Sonne lieget. Der Ring wird alsdann nicht gesehen, und Saturn erscheinet in einer runden Gestalt.

Wenn der Planet nun in X stehet, erleuchtet die Sonne nur den dünnen Rand des Ringes, und er kann nicht gesehen werden, wo auch die Erde in ihrer Bahn stehen mag.

§. 438.

So bald Saturn diese Gegend in seiner Bahn verlassen hat, wird die andere Seite des Ringes erleuchtet,

Digitized by Google

leuchtet, und er erscheinet wiederum in Gestalt einer Ellipse, welche sich auf dem Wege von X bis V mehr und mehr öfnet. Zwischen X und C kann der Ring wiederum aus zwoen Ursachen unsichtbar werden. Das Auge kann in der Fläche des Ringes liegen, oder diese Fläche kann zwischen dem Auge und der Sonne fallen. So bald er aber über C hinaus ist, erscheinet er in Gestalt einer Ellipse, die Erde stehe in ihrer Bahn, wo sie wolle. Eben dies muß man von ihm auf dem Wege von V bis E sagen, obgleich die Ellipse mehr und mehr zusammen gehet. Zwischen E und Z, imgleichen zwischen Z und D kann er wiederum aus der angeführten gedoppelten Ursache unsichtbar werden. In Z ist er es eben so, wie in X, und aus eben der Ursache. Von D bis R wird er wieder in Gestalt einer Ellipse erscheinen, wo auch die Erde stehen mag.

§. 439.

Wenn der Planet in der Gegend X und Z stehet, können beyde Ursachen, um welcher willen der Ring unsichtbar werden muß, zusammen treffen oder kurz nach einander dergestalt stat finden, daß der Ring in einem Jahre zweymahl unsichtbar wird, und wieder erscheine.

§. 440.

Wenn man die Zeit beobachtet, da der Ring in X und Z unsichtbar wird, und für dieselbe die heliocentrische Länge des Planeten in seiner Bahn berechnet, so findet man die Länge der Linie, in welcher die Fläche des Ringes die Bahn des Planeten schneidet. Aus der beobachteten Verhältniß der grössern und kleinern Axe des Ringes, wenn der Planet in R und

V

Digitized by Google

V stehet, findet man die Neigung seiner Fläche gegen die Eccliptik. Und wenn man mit diesen beyden Stücken die Neigung der Bahn des Planeten gegen die Eccliptik und die bekannte Länge des Knoten verbindet, kann man die Lage der Linie finden, in welcher die Eccliptik von der Fläche des Ringes geschnitten wird oder die Knoten des Ringes, imgleichen die Neigung seiner Fläche gegen die Bahn des Planeten. Man findet diese Untersuchungen umständlich abgehandelt in den Memoiren der Pariser Akademie 1715 und 16. Heinsius hat eine eigene Abhandlung hievon geschrieben unter dem Titul: De apparentiis annuli Saturni, und Delalande hat in seiner Astronomie aus solchen Beobachtungen geschlossen, daß die Fläche des Ringes Saturns Bahn 5 Z. 20° unter einem Winkel von 30° und die Eccliptik 5 Z. 16° 36′ mit einer Neigung von 31° 23′ schneide.

§. 441.

Daß die Planeten kein eigenes Licht haben, würde man allein aus der Vergleichung ihres schwachen und matten Scheines mit dem lebhaften und funkelnden Lichte der Fixsterne schliessen. Man hat aber hiefür, und daß sie es von der Sonne empfangen ganz augenscheinliche Beweise.

Auf dem Saturn siehet man den Schatten seines Ringes zuweilen. Jupiter wird beständig von vier Nebenplaneten begleitet, welche zuweilen ihren Schatten auf den Planeten werfen, wenn sie vor ihm übergehen, und durch den Schatten des Hauptplaneten verdunkelt werden, wenn sie ihm und der Sonne im Gegenscheine stehen. Mars und Venus haben, wie der Mond, nach ihrer Lage gegen die Sonne ein ab-

Digitized by Google

nehmendes und wachsendes Licht. Venus und Mercur erscheinen bey ihrer untern Zusammenkunft mit der Sonne, wenn sie zugleich ihrem Knoten nahe genug sind, wie schwarze Flecken in der Sonnenscheibe.

§. 442.

Alle diese angeführten Erscheinungen könnten nicht erfolgen, wenn die Planeten ihr eigenes Licht hätten, und sie könnten nicht auf die Art erfolgen, wie es würklich geschiehet, wenn sie es anderswo her hätten, als von der Sonne. Man schliesset daher aus diesen Erscheinungen eben so gewiß, daß das Licht, welches wir an den Planeten sehen, nichts als der Widerschein der Sonne sey, als wir aus den Finsterniſſen der Sonne und des Mondes dieses von der Erde und dem Monde wissen. Die Planeten sind daher in vieler Absicht eben solche Weltcörper wie die Erde.

§. 443.

Ich habe schon verschiedentlich den Nutzen gezeiget, welchen man in der Astronomie aus der Beobachtung der Planeten in ihrem Gegenschein oder ihrer Zusammenkunft ziehet. Diese Beobachtung der untern Planeten in ihrer untern Zusammenkunft ist so wohl für die Astronomie als vieler andern Ursachen wegen für die Physik von sehr grosser Wichtigkeit. Da diese Planeten nie im Gegenschein mit der Sonne stehen, und wegen des starken Sonnenlichtes in der obern Zusammenkunft schwer zu beobachten sind, so ist ihr Vorübergang vor der Sonnenscheibe der einzige Fall, da sie mit so vielem Vortheile beobachtet werden können. Wenn die Neigung der Bahn dieser Weltcörper nicht über 15 M. dem Halbmesser

der

Digitized by Google

der Sonne ausmachte, so würde man diese Erscheinung bey jeder untern Zusammenkunft mit der Sonne haben. Jetzt aber kann sie sich nur alsdenn zutragen, wenn sie nahe genug an ihrem Knoten stehen, daß ihre geocentrische Breite den Halbmesser der Sonne nicht übersteiget. Mit bloßen Augen kann Mercur gewiß nicht und Venus nach meiner Meynung eben so wenig, als von einem ausserordentlich scharfen Gesichte in der Sonne gesehen werden. Es ist daher kein Wunder, daß man von diesen Erscheinungen, nicht ehe Beobachtungen gemacht hat, bis die Sehröhre zur Beobachtung der Sonne gebraucht wurden. Das Jahr 1631 ward durch die erste Beobachtung Mercurs in der Sonne merkwürdig. Für eben dies Jahr kündigte auch Keppler diese Erscheinung für die Venus an, welche aber nicht beobachtet worden. Im Jahr 1639 hatte Horoccius zuerst das Glück die Venus eine halbe Stunde in der Sonne zu sehen.

§. 444.

Man suchte indessen aus diesen Beobachtungen noch keine andere Vortheile, als für die Theorie dieser Planeten. Halley zeigte zuerst, wie daraus und besonders aus dem Durchgange der Venus die Sonnenparallaxe und folglich der Abstand der Sonne von der Erde gefunden werden könne, und seit dem erwarteten die Astronomen mit vieler Ungedult das Jahr 1761, wo diese Erscheinung mit vielem Nutzen für die Astronomie beobachtet worden. Man kann nunmehro eben diese Erscheinung für das Jahr 1769 d. 3 Jun. mit Gewißheit ankündigen, und daß ein Jahrhundert verfliessen werde, ehe sie wieder

Digitized by Google

der beobachtet werden kann. In unserer Gegend kann nur der Eintritt gesehen werden, indem die Sonne kurz nachher untergehen wird. Den 9 Nov. in eben dem Jahre wird auch Mercur durch die Sonne gehen.

§. 445.

Ich habe in einer besondern Abhandlung gezeiget, wie man hieraus die Parallaxe der Sonne und ihren Abstand von der Erde schliessen könne. Und ich werde die Hauptsache davon auch in der Folge wo dergleichen besondere Untersuchungen Platz finden, vortragen. Hier merke ich nur an, daß ich bey dem letzten Durchgange der Venus durch die Sonne eine Erscheinung angemerket habe, aus welcher ich in einer Abhandlung auf das Daseyn und die strahlenbrechende Kraft der Atmosphäre der Venus geschlossen habe. Ich habe diese Erscheinung durch drey verschiedene Sehröhre bemerket; sie ist auch an verschiedenen andern Orten beobachtet, aber an einigen gar nicht wahrgenommen worden. Der bevorstehende Durchgang wird auch deswegen merkwürdig werden, um die Richtigkeit dieser Beobachtung zu bestätigen oder zu vernichten.

§. 446.

Ob es ausser den bisher erwähnten Planeten noch mehr dergleichen Weltcörper gebe, ist eine Frage, welche sich nicht mit Gewißheit entscheiden lässet. Astronomen verstehen durch Planeten solche Weltcörper, welche sich nach der Ordnung der Zeichen um die Sonne bewegen, deren Bahn von der Eircullinie nicht so weit abweicht, daß sie wegen der ungleichen Entfernung in einigen Puncten ihrer Bahn überall

Digitized by Google

überall nicht, und in andern sehr gut gesehen werden können, und welche die Eccliptik unter sehr kleinen Winkeln schneiden. Nach dieser Erklärung kann man mit Gewißheit nichts weiter sagen, als daß unsere besten Sehröhre bisher nicht hinreichend gewesen sind, mehr Weltcörper zu entdecken, welche unter dem Nahmen Planeten begriffen werden können. Innerhalb der Bahn Mercurs und ausserhalb der Bahn Saturns, ist noch für Millionen dieser Art Weltcörper Raum genug, welche alle von der Sonne Licht und Wärme erhalten können, und von uns entweder wegen ihrer Entfernung oder Nachbarschaft mit der Sonne nicht gesehen werden.

§. 447.

Ausser den Planeten giebet es noch eine unzählbare Menge anderer Weltcörper, die sich in bestimmten Bahnen um die Sonne bewegen. Sie unterscheiden sich von den Planeten blos darin, daß ihre Bahnen von der Circullinie sehr weit abweichen, dergestalt, daß sie nur in dem kleinen Theile ihrer Bahn, welcher der Sonne sehr nahe liegt, gesehen werden können; daß sie die Eccliptik unter allerhand Winkeln schneiden; und daß sie sich ohne Unterscheid nach der Ordnung der Zeichen und wider dieselbe bewegen. Sie werden insgesammt unter den Nahmen der Cometen begriffen, und machen mit den Planeten den Innbegriff der Weltcörper aus, welche zu unserm Sonnensystem gehören.

§. 448.

Die Lehre von den Cometen hat zu verschiedenen Zeiten ganz ungleiche Schicksale gehabt. Viele der alten

Digitized by Google

alten Weltweisen, besonders von der Schule Pythagoras, machten sich von denselben sehr richtige Begriffe, und Seneca hat uns ihre Meynungen davon aufbehalten. Wenn man dasjenige, was er im 7. Buche seiner natürlichen Fragen davon vorträgt, lieset, muß man in die Versuchung gerathen, zu glauben, daß er die Lehre unsers Zeitalters von den Weltcörpern studiret habe. Es ist in der That zu verwundern, daß bey einem so grossen Lichte, welches über diese Sache ausgebreitet war, man noch lange Zeit nachher die Cometen für Lufterscheinungen, für Ausdünstungen der Sonne, für Gespenster von den Aspecten der Planeten, und für Signale der nahen Rache des Himmels gegen die Erde habe halten können. Nachdem es aber den Astronomen endlich gelungen ist, die Wiederkunft eines Cometen einmahl vorherzusagen, hören die angeführten Hirngespinste auf, auch selbst bey dem gemeinen Haufen Eingang zu finden.

§. 449.

Tycho stürzte das zu seiner Zeit herrschende Vorurtheil, daß die Cometen Meteore oder Cörper wären, die sich von Ausdünstungen in dem obern Theile unserer Atmosphäre gesammelt hätten, dadurch, daß er aus den Beobachtungen zeigte, daß die tägliche Parallaxe keinen merklichen Einfluß auf sie habe. Es folgte daraus, daß der, von welchen diese Beobachtungen gemacht waren, über den Mond erhaben sey, und daraus, daß sie eine jährliche Parallaxe hatten, muste man schliessen, daß sie in die Gegend der Planeten hinab kamen. Man war daher gezwungen sie für Weltcörper zu halten, und zwar für solche, die zu unserm Sonnensystem gehöreten, weil

sie

sie zur Sonne herabkamen sich in einer bestimmten Bahn um dieselbe bewegten und sich wieder von ihr entferneten. Um also daß Gesetz ihrer Bewegung zu finden, war es hier eben so nöthig, als bey den Planeten, aus den geocentrischen Beobachtungen ihre heliocentrischen Erscheinungen zu schliessen.

§. 450.

Man gebraucht daher eben die Gründe für die Cometen aus den geocentrischen Beobachtungen die heliocentrischen Erscheinungen, und danächst die Elemente herzuleiten, ihre Länge und Breite für jede gegebene Zeit zu berechnen, die wir bey den Planeten haben anwenden müssen. Allein es ist hier etwas schwerer, diese Stücke zu finden. Zuerst ist die ganze Zeit, welche ein Comet gebraucht, sich in seiner Bahn um die Sonne zu bewegen, gemeiniglich unbekannt, und danächst ist er uns nur in einem so kleinen Theile seiner Bahn sichtbar, und wo er eben nicht allezeit von den vortheilhaftesten Umständen begleitet ist, die Lage seiner Apsiden, Knoten, und die Neigung seiner Bahn gegen die Ecclíptik zu finden. Man bedienet sich hier der Methode durch Versuchen zu gehen, und aus beyläufigen Bestimmungen dieser Stücke ihre wahre Grösse zu finden.

§. 451.

Nachdem man in der Erkänntniß von der Bewegung der Cometen so weit gekommen war, daß man einsahe, wie sie eben den Gesetzen folgten, welche man an andern himmlischen Cörpern beobachtet hatte, die sich periodisch um die Sonne bewegen, so setzte man fest, daß ihre Bahnen ebenfals Ellipsen seyn müsten,

Digitized by Google

müsten, in deren einem Brennpuncte die Sonne stehet. Man nimmt alsdann so viele geocentrische Beobachtungen, als man noch ausser dem Puncte gebraucht, diese krumme Linie zu bestimmen, und nachdem man dasjenige, was man gebraucht, aus geocentrischen Beobachtungen heliocentrische Erscheinungen herzuleiten, beyläufig angenommen hat, bestimmet man dadurch die heliocentrischen Erscheinungen und die Eigenschaften der Ellipse, welche man für die Bahn des Cometen annimmt, und nach welcher man die geocentrische Länge und Breite desselben für jede gegebene Zeit berechnen kann. Wenn man diese Berechnung für die Zeiten anderer Beobachtungen würklich unternimmt, so findet man aus der Vergleichung der Beobachtung mit demjenigen, was die Rechnung gegeben, ob die Bahn des Cometen richtig bestimmt worden oder nicht. Im letztern Falle ändert man die Voraussetzungen, berechnet eine neue Ellipse auf die vorige Art, und wiederholet solches so lange bis die Rechnung endlich mit den Beobachtungen übereinstimmt.

§. 452.

Man siehet wohl, daß dies Verfahren sehr weitläuftig ist. Man hat sie deswegen dadurch einfacher zu machen gesucht, daß man für die Bahn des Cometen eine einfachere krumme Linie annimmt, welche die Parabel genannt wird, und in dem um den Scheitelpunct der krummen Linie liegenden Theil nicht viel von der Ellipse unterschieden ist, und sucht auf die angeführte Art diese Linie so zu bestimmen, wie sie sich für die Beobachtungen schickt. In der That wird die Rechnung hiedurch ungemein viel einfacher,

und

Digitized by Google

und man kann diese Linie ohne Gefahr stat der Ellipse gebrauchen, da wir den Cometen nur in einem kleinen Theile seiner Bahn, wo sie von der Ellipse nicht sehr abweicht, beobachten können, und da es bey dieser ganzen Arbeit nur darauf ankommt, die Lage der Sonnennähe, ihren Abstand von der Sonne, die Lage der Knotenlinie und die Neigung der Bahn des Cometen gegen die Eccliptik zu erforschen.

§. 453.

Ich kann dieses Verfahren nur im allgemeinen vorstellen, da ich hier weder eine genaue Känntniß dieser krummen Linien noch die Gesetze der Bewegung der himmlischen Cörper voraussetze. Das einzige merke ich nur noch an, daß man desto glücklicher in den Voraussetzungen, welche man macht, sey, und durch eine desto kürzere Rechnung zu seiner Absicht gelangen werde, je mehr Umstände man bey den Beobachtungen angemerkt hat. Aus dem wachsenden und abnehmenden Lichte seines Schweifes erkennet man, ob er sich der Sonne nähere oder von ihr entferne, und man kann daraus schliessen, ob er zu den Zeiten der Beobachtungen an einer oder verschiedenen Seiten der Axe seiner Bahn gelegen. Eben so erkennet man aus des Cometen wachsenden und abnehmenden Grösse und geocentrischen Breite, ob er sich der Erde und seinem Knoten nähere oder davon entferne; und aus der Richtung, in welcher er sich beweget, wenn er der Zusammenkunft oder dem Gegenschein nahe ist, findet man, ob er der Ordnung der Zeichen folge oder nicht.

Digitized by Google

§. 454.

Ueberhaupt muß man nichts von denen Umständen verabsäumen anzumerken, aus welchen die Lage der Sonnenferne, des Knoten und der Neigung seiner Bahn gegen die Eccliptik gemuthmässet, und ungefähr errathen werden kann. Wenn man weiß, wodurch diese Dinge bestimmet werden, wie in dem vorigen gezeiget worden, so verfällt man leicht auf die Umstände, welche dahin gehören, sie beyläufig festzusetzen. Man hat nach dieser Methode die Bahnen von etwa 50 Cometen berechnet.

§. 455.

Wenn man nun bey der Wiederkunft eines neuen Cometen findet, daß er in eben der Bahn einhergehet, in welcher ein bereits ehedem beobachteter angetroffen worden, so kann man mit Gewißheit schliessen, daß dies eben derselbe sey. Und wenn man zugleich weiß, daß er in der Zwischenzeit nicht erschienen, oder wenn man findet, daß noch vorher in gleichen Perioden ein Comet eben den Weg gegangen ist, so erhält man aus den Zeiten seines Durchganges durch die Sonnennähe die Zeit seines Umlaufs um die Sonne. Dann kann man seine mittlere Bewegung und überhaupt alle die Stücke finden, welche man nöthig hat, seine Lage für jede Zeit auf eben die Art, wie bey den Planeten geschehen, zu berechnen. Halley fand auf dieser Art, daß der Comet von 1531, 1607, 1682 einerley gewesen, und weissagete seine Wiederkunft für das Jahr 1759, wo er auch würklich erschien. Clairaut wiederholte diese Rechnungen und verbesserte sie, und sagte seine Wiederkunft bis auf ein Monath genau vorher, welches

alles

alles war, was man in diesem Stücke erwarten konnte.

§. 456.

Ich will die Bestimmungen für die Bahn dieses Cometen, so wie sie Halley aus den Beobachtungen berechnet hat, hersetzen, und wie sie 1759 gefunden worden.

Ω	Neigung der Bahn	Sonnennähe	Ihr Abstand von der Sonne
1531 ♉ 19° 25′	17° 56′	♒ 0° 48′ 15″	56700
1607 ♉ 20 21	17 2	♒ 1 29 40	58680
1682 ♉ 21 16 30″	17 56	♒ 2 0 30	58328
1759 ♉ 23 49	17 39	♒ 3 16	58350

Man siehet hieraus wie viel Grund Halley hatte auf seine Muthmassung zu gerathen, welche so vollkommen eingetroffen. Die Veränderungen in seiner Bahn, finden in der anziehenden Kraft der himmlischen Cörper ihre Ursachen, welches hier nicht gezeiget werden kann.

§. 457.

Man kann mit eben der Zuverläßigkeit die Wiederkunft des Cometen von 1532 und 1661 etwa um das Jahr 1790 erwarten. Seine Bahn war nach eben dieser Berechnung

	Ω	Neig. der Bahn.	Sonnennähe	Ihr Abst. von der Sonne
1532	☐ 20° 27′	32° 36′	♋ 16 59 40	50910
1661	☐ 22 30′ 30″	32 35 50	♋ 21 37 30	44851

Mit vieler Wahrscheinlichkeit kann man behaupten, daß der Comet von 1556 eben derselbe, welcher

cher 1264 erschienen, und daß er daher 1848 wieder erscheinen werde.

Halley hielte auch den Cometen von 1680 für einerley mit demjenigen, welcher in dem Jahre erschien als Julius Cäsar ermordet ward. Hiegegen sind in den Memoiren von Trevoux erhebliche Zweifel gemacht. Man wird aber hiedurch überzeugt seyn, daß die Cometen den Planeten in Ansehung ihrer Bewegung ganz ähnliche Weltcörper sind.

§. 458.

Dasjenige, was man an den Cometen am meisten bewundert, ist der Schweif, mit welchen sie sich vor allen himmlischen Cörpern gemeiniglich kennbar machen. Er gab auch diesen Weltcörpern den Nahmen, welchen sie noch jetzt führen, und wenn die ältern Geschichtschreiber die Grösse der Cometen beschreiben, so sehen sie dabey gemeiniglich mehr auf den Schweif als auf den Cörper selbst. Man hat einige Cometen aufgezeichnet, deren Schweif ungemein groß gewesen. Im Jahr 341 vor unserer Zeitrechnung erschien einer, dessen Schweif sich über den dritten Theil des Himmels erstreckte. Im Jahr 130 vor C. G. erschien ein anderer, dessen Schweif 45° lang war. Die Cometen von 135, 1456, 1618, 1680 erfülleten mit ihrem Schweife 40, 50, bis 60 Grade. Der gröste, welcher in unserm Jahrhunderte erschienen, war der 1744. Sein Schweif war 24 Grade und darüber. Nachdem man die Sehrohre angewandt hat, um diese Weltcörper aufzusuchen, noch ehe sie dem blossen Auge sichtbar sind, hat man sie zuweilen entdeckt, ehe sie von dieser Erscheinung begleitet gewesen, man hat bey ihrer

Anna-

Digitized by Google

Annäherung zur Sonne den Schweif anwachsen und bey ihrer Entfernung von derselben ihn wieder verschwinden gesehen. Eben der Comet, welcher 1682 seines Schweifes wegen nicht unberühmt war, erschien 1759, und nur wenige Tage mit einem sehr kleinen Schweife.

§. 459.

Newton suchte die Ursache dieser Erscheinung in der eigenen Atmosphäre des Cometen. Da es ausgemacht war, daß der Schweif nach dem Abstande des Cometen von der Sonne grösser oder kleiner ward, so schloß er daraus, daß der Schweif nichts als die von der Sonnenhitze so hoch ausgedehnte Atmosphäre des Cometen sey. Mairan erkläret ihn aus der Vereinigung der Sonnenatmosphäre mit der Atmosphäre des Cometen auf eben die Art, wie die Erscheinung des Nordlichts, indem im vorigen angeführten lesenswürdigen Tractate vom Nordlichte. In der That würde die im Feuer des Nordlichts stehende Atmosphäre der Erde in der Ferne dem Schweife des Cometen nicht unähnlich seyn.

§. 460.

Es ist wohl nicht zu läugnen, daß die Figur der Cometenschweife die Einbildungskraft der Menschen mit allen den fürchterlichen Bildern erfüllet habe, mit welchen sie sich bey Erscheinung derselben lange Zeit gequält haben. Krieg, Miswachs, Pest und alle Plagen, mit welchen das menschliche Geschlecht gepeitscht werden kann, sollten durch diese am Himmel stehende Ruthen angekündiget werden, und alle Erfahrungen sind bis diese Stunde nicht vermögend, dies Vorurtheil gänzlich auszurotten. Selbst die

Gelehrten fanden in den Cometen die Ursache der Sündfluth und der künftigen Zerstöhrung der Erde.

Freylich lehren die bey den Weltcörpern gefundene Gesetze der Bewegung, daß die Cometen auf die Erde würken, so wie dies bey allen Weltcörpern stat findet; allein die Furcht einer davon zu erwartenden Zerstöhrung, ist nicht sehr gegründet. Ihr Schweif ist gewiß nicht geschickt die Erde in Flammen oder unter Wasser zu setzen, und die Gesetze der Bewegung begünstigen die Meynung nicht sehr, daß sie die Erde, um sie zu verbrennen, zur Sonne schleppen sollten. Von den bisher beobachteten haben wir gewiß nichts zu besorgen, zehn und mehr Millionen dieser Weltcörper können noch ohne Gefahr in unserm Sonnensystem ihre Laufbahnen haben, und es ist noch immer Raum zur Bewegung übrig. Lambert hat von dieser Materie in seinen cosmologischen Briefen nach seiner Gewohnheit mit aller Einsicht eines Weltweisen und Astronomen gehandelt.

§. 461.

Die Erscheinungen der Cometen sind für die Astronomie und Naturlehre von der gröſten Wichtigkeit gewesen. Sie haben die cristallenen Sphären zerbrochen, an welchen man die Planeten geheftet hatte, damit sie alle die widrigen Bewegungen bey der ruhenden Erde aushalten könnten, und sie haben uns zugleich eine würdige Aussicht in die Grösse der Schöpfung eröfnet. Sie lehren uns, daß in unserm Sonnensystem so viele bewohnbare Weltcörper vorhanden sind, als Raum zur Bewegung da ist. Ich gestehe es, dies ist bisher eine Muthmassung, aber die für unsere Zeiten weit grössere Wahrscheinlichkeit hat,

Digitized by Google

hat, als die in unsern Tagen erfüllte Weissagung des Seneca von der Wiederkunft der Cometen zu seiner Zeit hatte, und die mit der Erscheinung eines jeden neuen Cometen, einen neuen Grad der Wahrscheinlichkeit erhält. So gewiß wir von unserer Sonne wissen, daß sich eine unzählbare Menge Weltcörper um die Sonne bewegen und von ihr ihre Bedürfnisse erhalten, eben so gewiß können wir davon für jeden Fixstern seyn. Er ist ihr seiner Natur nach ähnlich, und mit ihr zu einerley Absicht geschickt. Aus diesem Gesichtspuncte betrachtet, finden wir in der Welt eine würdige Anlage für eine unendliche Allmacht, Weisheit und Güte, die den Menschen zur Bewunderung des Schöpfers zwingen kann, wenn er leichtsinnig genug seyn könnte, ihn in dem kleinsten seiner Werke zu verkennen; in dieser Betrachtung wird die Welt ein würdiger Thron, auf welchen der Unendliche durch den ganzen ungemessenen Raum herrschet, und über seine Geschöpfe seine Güte ausbreitet.

Achtes Capittel.

Von den Satelliten oder Trabanten, besonders vom Monde.

§. 462.

Wenn wir auf die Bewegung des Mondes unsere Aufmerksamkeit richten, so finden wir bald, daß er sich vom Abend gegen Morgen in einem grösten von der Eccliptik verschiedenem Circul am Him-

Digitized by Google

mel zu bewegen scheine. Man darf, um sich hievon zu überzeugen nur einige Tage nach einander die Fixsterne beobachten, in deren Nachbarschaft er sich nach und nach aufhält. Wenn man diese Beobachtung ein wenig genauer anstellet, und von seiner Zusammenkunft mit einem Fixstern bis zu der nächstfolgenden mit demselben fortsetzt, so findet man zugleich, daß er eine Zeit zwischen 27 und 28 Tagen zu einem solchen Umlaufe gebrauche.

Diese Beobachtung führet uns eigentlich nur zur Projection seiner Bahn an der Weltkugel, und zur Känntniß der Zeit seines Umlaufs in Ansehung der Fixsterne. Man kann aber doch so viel daraus schliessen, daß seine wahre Bahn eine in sich selbst laufende krumme Linie sey, daß sie in einer Ebene liege, und die Eccliptik in einer graden Linie schneide.

§. 463.

Siehet man nun hiebey zugleich auf seine Lage gegen der Sonne, so erkennet man ferner, daß der Mond während eines Umlaufs in Zusammenkunft und im Gegenschein mit der Sonne zu stehen komme. Es folget daraus, daß die Erde innerhalb der Bahn des Mondes liege. Daraus aber, daß er in seiner Zusammenkunft allemahl eine Sonnenfinsterniß verursacht, wenn er nahe genug an seinem Knoten stehet, schliesset man, daß er zwischen der Sonne und Erde bey der Zusammenkunft stehe, und daß die Sonne gänzlich ausserhalb seiner Bahn liege.

§. 464.

Der Mond scheinet sich also in einem Circulumkreise, in dessen Mittelpunct die Erde stehet, zu bewegen.

Digitized by Google

wegen. Ich habe schon verschiedentlich angemerket, daß man daraus allein nicht schliessen könne, welcher von beyden Cörpern würklich in Bewegung sey. Wenn man mit der Einbildung in Ruhe zu seyn, sich in dem Umkreise eines Circuls beweget, so muß aus dieser Einbildung die Vorstellung folgen, daß der eigentliche Mittelpunct sich in dem Umkreise herumbewege, und daß man selbst im Mittelpuncte des Umkreises stehe. Wenn aber eine solche Bewegung der Erde in Ansehung des Mondes stat finden sollte, so würde man während eines Umlaufs der Erde um den Mond, der Sonne so viel näher kommen und sich von ihr entfernen, als der ganze Durchmesser der Bahn des Mondes ausmacht; die Sonne müste denn während eines solchen Umlaufes gröſſer und kleiner erscheinen. Da aber dies letztere nicht stat findet, wie die Erfahrung lehret, so kann auch das erstere nicht angenommen werden. Der Mond beweget sich also würklich um die Erde, und er ist der einzige Weltcörper, von dessen Bewegung die Erde der Mittelpunct ist, und dadurch, daß er die Erde auf ihrem Wege um die Sonne begleitet, beweget er sich mit derselben um die Sonne. Er ist daher ein Nebenplanet, ein Satellite oder Trabant der Erde.

§. 465.

Der Mond ist ein dunkler Cörper, wie die Erde, und er hat auch, wie sie, sein ganzes Licht von der Sonne, und schickt es uns, so wie die Planeten, zurück. Die Erscheinung, da die Sonne in der Zusammenkunft mit dem Monde von demselben bedeckt wird, die Sonnenfinsterniß, oder wenn beym Gegenschein die Erde das Sonnenlicht auffänget und

Digitized by Google

auf den Mond zu fallen verhindert, die **Mondfinsterniß**, sind davon augenscheinliche Beweise. Im ersten Falle sehen wir den Mond als einen dunklen Cörper vor der Sonne über gehen, und im andern Falle finden wir, daß er sein Licht verliehret, wenn er in den Schatten der Erde geräth, und er dadurch des Sonnenlichtes beraubt ist. Wenn der Mond ein eigenes Licht hätte, so könnte keines von beyden geschehen; das letztere aber beweiset, daß er eben von der Sonne sein Licht empfange.

§. 466.

Wenn also der Mond mit der Sonne in Zusammenkunft stehet, so siehet man von der Erde gar kein Mondlicht, weil eben die von der Erde weggekehrte Seite des Mondes erleuchtet ist. Dies nennet man **Neumond**. Einige Zeit nachher hat sich der Mond, dessen Bewegung geschwinder als die Bewegung der Sonne ist, von derselben entfernet, und man siehet ihn Abends nach Untergang der Sonne über dem westlichen Horizonte. Man erblickt dann an der Seite gegen die Sonne hin einen kleinen Streifen Mondlicht, wie ATBC (Fig. 74). Der Bogen ACB ist um die Mitte wenigstens eben; ATB, die Gränze des Lichts ist, wenn er durch ein gutes Sehrohr beobachtet wird, durchaus uneben. Dies muß man nahe an den Spitzen A und B, welche die **Mondhörner** genannt werden, von der ganzen Breite des Lichtstreifen sagen. Wenn man in diesem Zustande den Mond durch ein Sehrohr betrachtet, so siehet man auch den übrigen Theil des Mondes ATBD aber sehr matt erleuchtet, so daß man die grossen Flecken desselben kaum erkennen kann.

§. 467.

Digitized by Google

§. 467.

Je weiter sich nun der Mond von der Sonne entfernet, desto mehr öfnet sich die erleuchtete Figur ATBC, das matte Licht auf dem dunkeln Theile des Mondes verschwindet, die Gränze des Lichts ATB nähert sich immer mehr und mehr der graden Linie, und gehet ganz in dieselbe über, wenn er 90° von der Sonne entfernet ist. Dann erscheinet der erleuchtete Theil des Mondes wie ein halber Circul (Fig. 75), und diese Erscheinung des Mondlichts nennet man das **erste Viertheil** (prima quadratura). Gleich nach demselben wird die Gränze des Lichts wieder eine krumme Linie, die aber nun ihre hole Seite gegen den erleuchteten Mondrand richtet, der erleuchtete Theil des Mondes wird gröſſer als ein halber Circul, wie ATBC (Fig. 76) bis endlich die Gränze des Lichts mit dem dunkeln Mondrande ADB zusammen fällt. Der Mond pranget dann in vollem Lichte, und diese Erscheinung des Mondlichts heisset **Vollmond**. Er steht im Gegenschein mit der Sonne.

§. 468.

Gleich nach dem Gegenschein nähert sich der Mond der Sonne wieder, und ein Theil von der erleuchteten Hälfte des Mondes lieget an der von der Erde abgekehrten Seite des Mondes. Das Mondlicht fänget nun an, an der Seite ACB zu verlöschen, und ARB (Fig. 77) wird nun die Gränze des Lichts, so daß der erleuchtete Theil des Mondes das Ansehen wie ARBD erhält. Die Gränze des Lichts ARB rücket nun immer weiter in den erleuchteten Theil des Mondes, nachdem er sich mehr und mehr der Sonne nähert, sie nähert sich auch immer mehr der graden Linie

Digitized by Google

Linie bis sie endlich in dieselbe übergehet, und der Mond erscheinet in der Gestalt eines halben Circuls wie ARBD (Fig. 78). Es geschiehet, wenn der Mond von der Zusammenkunft an 270° auf seinem Wege zurückgelegt hat, und 90° von der Sonne entfernet ist. Diese Erscheinung des Mondlichts heisset das letzte **Viertheil** (Secunda quadratura).

§. 469.

Nach dieser Erscheinung wird die Gränze des Lichts ARB wiederum eine krumme Linie, sie tritt immer weiter in den erleuchteten Theil des Mondes, und nähert sich dem erleuchteten Mondrande ADB; der Mond erscheinet alsdann in der Figur ARBD (Fig. 79). Wenn diese Gränze des Lichts dem erleuchteten Mondrande schon sehr nahe ist, so erblicket man das matte Licht durch gute Sehröhre auf dem dunkeln Theil des Mondes wiederum, wie solches gleich nach dem Neumonde bemerket worden. Endlich fällt die Gränze des Lichts ARB mit dem erleuchteten Mondrande zusammen, und macht wieder Neumond. Diese verschiedene Erscheinungen des Mondslichts nennet man **Mondgestalten** (phases lunæ).

§. 470.

Aus der fast unveränderten Lage der Flecken auf der Mondscheibe erkennet man, daß er beständig einerley Seite gegen die Erde richtet. Da er sich gleichwohl in einer in sich selbst laufenden Linie um die Erde beweget, so folget daraus, daß er sich während der Zeit seines Umlaufs um die Erde auch um einen seiner Durchmesser, als um einer Axe drehen müsse. Man kann sich durch einen jeden Versuch,

da

Digitized by Google

da man eine Sache um ein Punct dergestalt herumführet, daß sie beständig einerley Seite gegen solches Punct richtet, von der Richtigkeit dieses Schlusses überzeugen. Eben dies erhellet auch daraus, weil die Sonne den Mond während seines Umlaufs um die Erde nach und nach um und um bescheinet. Da die Sonne ausser der Bahn des Mondes lieget, so könnte solches nicht geschehen, wenn er sich während solcher Zeit nicht um seine Axe drehete.

§. 471.

Wenn man annimmt, daß der Mond eine Kugel sey, so wird die gegen die Erde gekehrte Seite desselben die Gestalt eines Circuls annehmen auf dessen Fläche die von dem Auge in seinen Mittelpunct gezogene grade Linie senkrecht stehet. Da in diesem Falle der Mond auch in der Sonne als ein Circul erscheinen muß, so kann die Gränze des Lichts, wie wir sie von der Erde sehen, nichts als eine Projection des aus der Sonne gesehenen Mondrandes auf die aus der Erde gesehene Circulfläche des Mondes seyn. Die Figur dieser Projection ist daher eine Ellipse, deren grössere Axe sich zur kleinern verhält, wie der ganze Sinus zum Cosinus der Neigung beyder Flächen oder zum Sinus der Neigung der Linie aus dem Auge in den Mittelpunct des erleuchteten Mondrandes auf die Fläche solchen Circuls. Diese beyde Circulflächen, unter welchen der Mond aus der Sonne und aus der Erde erscheinet, haben nun während eines Umlaufs des Mondes alle mögliche Neigungen, und daher geschiehet es, daß die Gränze des Lichts so verschiedene Gestalten annehmen muß.

§. 472.

Digitized by Google

§. 472.

Um sich hievon einen bestimmten Begriff zu machen, so stelle man sich vor in T (Fig. 80) sey die Erde, um welcher sich der, durch die kleinern Circul vorgestellte Mond in dem Umkreise des grössern Circuls beweget, und die Sonne stehe in S so weit entfernet, daß die Linien, welche von derselben nach den verschiedenen Puncten der Mondbahn gezogen werden für parallel gehalten werden können. Wenn man sich noch ausserdem den Mond auf die Fläche des Winkels projicirt vorstellet, welchen die von der Sonne und Erde nach dem Mittelpunct des Mondes gezogene grade Linien einschliessen, so stellet AB allenthalben in der Figur die erleuchtete Hälfte des Mondes und CD die gegen die Erde gerichtete Hälfte vor, und die Winkel D*a*B, D*b*B u. s. f. die Neigungen dieser beyden Flächen gegen einander.

Wenn nun der Mond in der Zusammenkunft mit der Sonne in *a* stehet, so stehet die Fläche des erleuchteten Theiles des Mondes senkrecht auf der Linie T*a*, so wie auch die Fläche des gegen T gerichteten Theiles. Beyde Flächen schliessen also keinen Winkel ein, sondern fallen zusammen. Der Cosinus ihrer Neigungen oder Sinus des Winkels T*a*A, ist dem ganzen Sinus gleich, folglich auch die kleinere Axe der Ellipse, in welche die Gränze des Lichts projiciret wird, der grössern; oder die Gränze des Lichts projiciret sich aus T, als ein Circul. Eben dies findet aus eben den Gründen stat, wenn der Mond in e im Gegenschein stehet. Der einzige Unterscheid bestehet darin, daß diese Projection im erstern Falle aus T nicht gesehen werden kann, und im andern Falle vollkommen erscheinet.

§. 473.

Digitized by Google

§. 473.

Wenn der Mond in *c* 90° von der Zusammenkunft in seiner Bahn zurückgeleget hat, so schneiden sich die beyden Flächen AB und CD unter einen rechten Winkel. Der Cosinus ihrer Neigung oder der Sinus des Winkels T*c*B ist *o*, das ist die kleinere Axe der Ellipse verschwindet gänzlich, oder die Projection der Gränze des Lichts wird eine grade Linie. Eben dies geschiehet aus eben den Gründen, wenn der Mond in *g* 270° von der Zusammenkunft zurückgeleget hat. In diesen beyden Puncten, das ist in den beyden Quadraturen schliessen die von der Erde und Sonne nach den Mittelpunct des Mondes gezogene grade Linien einen rechten Winkel ein.

In allen übrigen Puncten der Mondbahn, ist der Winkel, welchen die beyden Flächen AB und CD einschliessen, weder *o* noch ein rechter Winkel, und daher ihr Cosinus auch weder *o* noch dem ganzen Sinus gleich, und die Projection ist also eine eigentliche Ellipse. In *b*, *d*, *f*, *h*, verhalten sich ihre grössere Axe zu den kleinern, wie der ganze Sinus zu den Sinus der Winkel T*b*B, T*d*B, T*f*B, T*h*B.

§. 474.

Da alle die Erscheinungen an dem Monde würklich beobachtet werden, und die beschriebenen Projectionen nur bey der Kugel allein stat finden können, so muß man daraus schliessen, daß die Figur des Mondes einer Kugel sehr nahe kommen müsse, wenn er es auch nicht in aller Schärfe seyn sollte.

Die Voraussetzungen, daß die Linien, welche man sich von der Sonne nach den Puncten der Mondbahn vorstellet, parallel sind, imgleichen, daß der Mond

Digitized by Google

Mond beständig genau dieselbe Seite gegen die Erde richtet, sind nicht in aller Schärfe richtig. Allein der gröste Winkel, welchen diese Linien einschliessen, und die Veränderungen in der Lage des Mondes gegen die Erde sind klein genug, daß sie bey der gegenwärtigen Betrachtung auſſer Acht gelaſſen werden konnten. Von den letztern werden wir in der Folge dieſes Capittels noch umständlicher handeln.

§. 475.

Das matte aſchfarbigte Licht auf dem dunkeln Theile des Mondes vor und nach dem Neumonde verführte einige dem Monde eine gewiſſe Durchſichtigkeit beyzulegen und andere, welche die Quelle dieſes Lichts in dem Monde ſelbſt ſuchten, hielten den Mond für einen phosphoreſcirenden Cörper. Tycho leitete es von dem Lichte der Venus und noch andere von dem Lichte der Fixsterne her, welches der Mond uns zurück ſchicken ſollte. Die wahre Urſache davon liegt in dem Lichte der Erde, welches zu ſolcher Zeit in groſſer Stärke auf den Mond fällt, und von demſelben zurückgeworfen wird.

Wenn (Fig. 81) die Sonne in S, die Erde in T, und der Mond in L nahe bey ſeiner Zuſammenkunft ſtehet, ſo iſt der erleuchtete Theil der Erde DFE grade genug gegen die gegen die Erde gekehrte gröſtentheils dunkle Seite des Mondes gerichtet, daß ſie das von der Sonne empfangene Licht auf den Mond zurückſchicken, und den dunklen Theil deſſelben auf eben die Art erleuchten könne, wie die dunkle Hälfte der Erde vom Vollmonde erleuchtet wird. Die Erde ſcheinet eben um die Zeit des Neumondes dem Monde in vollem Lichte, weil ſie mit der Sonne im Gegenſchein ſtehet.

§. 476.

Digitized by Google

§. 476.

Um nun zu einer deutlichen Vorstellung von der Bewegung des Mondes zu gelangen, ist es nöthig seine Geschwindigkeit, mithin die Zeit seines Umlaufes zu wissen.

Es sey die Erde in T (Fig. 82), um welcher als um einen Mittelpunct sich der Mond beweget; er stehe in L mit der Sonne in S und einem Fixstern in Σ in Zusammenkunft, und bewege sich in seiner Bahn in der Richtung L*l*λ. Wenn der Mond nun nach einem Umlaufe wieder in L anlanget, und zu derselben Länge gelanget, welche er hatte, als er von L zuerst ausgieng, so wird der Fixstern, welcher in solcher Zeit wegen des Zurückweichens der Aequinoctialpuncte seine Länge verändert hat, von Σ nach σ, und die Sonne eben deswegen und wegen ihrer eigenen Bewegung von S nach *s* fortgerückt seyn. Der Mond wird also seinen Umlauf in Ansehung der Aequinoctialpuncte zwar vollendet haben, wenn er in L wiederum anlanget; aber in Ansehung des Fixsterns vollendet er ihn nur, wenn er in N, und in Ansehung der Sonne, wenn er in *l* anlangt.

§. 477.

Wenn man den Umlauf des Mondes überhaupt einen Monath nennet, so hat man sogleich drey verschiedene Monathe in Betrachtung zu ziehen. Die Zeit, da der Mond seinen Umlauf in Ansehung der Aequinoctialpuncte, oder in Ansehung der Fixsterne, oder endlich in Ansehung der Sonne vollendet. Die erste nennet man den **periodischen Monath**; die zwote den **Sternmonath** (mensis sideralis); die dritte den **Sonnenmonath** (mensis Synodicus).

Digitized by Google

Der periodische Monath ist kürzer als der Sternmonath, und da die Sonne wegen ihrer eigenen Bewegung ihre Länge stärker verändert als die Fixsterne, so ist der Sternmonath kürzer als der Sonnenmonath.

§. 478.

Sowohl die Geschwindigkeit, mit welcher die Fixsterne als diejenige, mit welcher die Sonne ihre Länge verändert, ist bekannt, und daher kann es gleichgültig seyn, von welchem Monathe man die Länge bestimmt. Aus der daraus geschlossenen Geschwindigkeit der Bewegung des Mondes findet man die für den Unterscheid der übrigen Monathe von dem gefundenen gehörige Zeit, welche man zu dem gefundenen Monathe hinzusetzet, oder davon abziehet, um die Länge der übrigen Monathe zu erhalten.

§. 479.

Die Methode, nach welcher die Länge des Monaths bestimmt wird, ist von demjenigen nicht unterschieden, durch welche die Länge des Jahres oder des Umlaufs der Planeten gefunden wird. Sie erfordert Beobachtungen, in welchen der Mond in einerley Lagen gegen die Aequinoctialpuncte, oder die Fixsterne oder die Sonne angetroffen wird; daß diese Beobachtungen der Zeit noch sehr weit von einander entfernet sind, und daß man die Anzahl der Umläufe, welche der Mond in der zwischen den Beobachtungen verflossenen Zeit vollendet hat, wisse. Gemeiniglich gebrauchet man hiezu die Sonnen- und Mond-Finsternisse, weil man von solchen Erscheinungen die ältesten Beobachtungen hat.

§. 480.

Digitized by Google

§. 480.

Damit man aber in der Anzahl, der zwischen so sehr entfernten Zeiten verflossenen Monathen nicht fehle, muß man stuffenweise gehen. Wenn man zuerst die Länge eines Monaths aus Beobachtungen herleitet, mit welchen man den Mond während eines einzigen Umlaufs verfolget, so findet man die Zeit seines Umlaufs wenigstens so genau, daß man in der Anzahl der Umläufe in der Zeit eines Jahres gewiß nicht irren kann. Man müste um ganze Tage in der Beobachtung irren, wenn man die letztere Bestimmung, daß ein Jahr zwischen 12 und 13 Monathe enthält, verfehlen sollte.

Mit dieser Bestimmung kann man daher schon Beobachtungen vergleichen, welche ein ganzes Jahr von einander entfernet sind. Auf die Art schloß Cassini aus den zwo Mondfinsternissen 1718 d. 9 Sept., und 1719 d. 29 Aug. die Länge eines periodischen Monaths 27 T. 7 St. 6 Min.

Der Mond war im Gegenschein bey der ersten Beobachtung 8 U. 4 Min., und bey der zwoten 8 U. 32 M. Die zwischen beyden Beobachtungen verflossene Zeit war also 354 T. 28 Min.

Die Länge der Sonne war bey der ersten Beobachtung 5 Z. 16° 40′; und bey der andern 5 Z. 5° 47′, das ist 10° 53′ kleiner als bey der ersten, und diese 10° 53′ muste der Mond also noch zurücklegen, ehe 13 periodische Monathe verflossen waren. Man konnte also schliessen, daß die zwischen den Beobachtungen verflossene Zeit von 354 T. 28 M. sich zu einem Monathe verhalten müssen, wie 13 × 360° — 10° 53′ oder 4669° 7′ zu 360° und daraus die Länge des Monaths, wie sie eben angeführet worden, bestimmen.

Digitized by Google

§. 481.

Wenn man auch in dieser Bestimmung einen Irrthum von einer Stunde zuliesse, so würde man doch beynahe auf 50 Jahre von der Anzahl der Monathe gewiß seyn können. Um hierin aber vollkommen gesichert zu seyn, vergleichet der angeführte Astronom nur zwo Beobachtungen, welche 18 Jahre von einander entfernet sind, und schloß daraus die Länge eines periodischen Monaths noch genauer auf 27 T. 7 St. 43 M. 6 Sec. Da man mit dieser Bestimmung auf beynahe 3000 Jahr von der Anzahl der Monathe gewiß seyn konnte, wenn der Irrthum in der gefundenen Bestimmung auch eine ganze Minute wäre, so konnten dadurch Beobachtungen verglichen werden, welche 2437 Jahre von einander entfernt waren. Und hieraus schloß er die Länge eines periodischen Monaths 27 T. 7 St. 43 M. 5 Sec. so genau, daß sie alle nachfolgende Untersuchungen nicht genauer haben bestimmen können.

Man findet hieraus die mittlere tägliche Bewegung des Mondes 13° 10′ 35″ und die stündliche Bewegung 32′ 56″,5.

§. 482.

Da wegen des Zurückweichens der Aequinoctialpuncte die Länge der Fixsterne 4″ in einem periodischen Monathe verändert wird, wozu der Mond nach der eben gefundenen mittleren Bewegung 7 Zeitsecunden gebrauchen würde, so wird um so viel der Sternmonath grösser als der periodische seyn, und daher 27 T. 7 St. 43 M. 12 S. betragen.

Die mittlere tägliche Bewegung der Sonne ist 59 M. 8 Sec. Sie hat also ihre Länge in einem periodi-

periodischen Monathe 26° 55′ 37″ verändert. Wenn man nun setzet, daß die Sonne in solcher Entfernung stille stehe und der Mond sich mit dem Ueberschusse seiner Geschwindigkeit über die Geschwindigkeit der Sonne, das ist täglich 12° 11′ 27″ bewege, so wird er die 26° 55′ 37″ zurückzulegen in 2 T. 5 St. 0 M. 39″; eben die Zeit wird er also gebrauchen, die Sonne einzuholen, und so viel wird der Sonnenmonath daher grösser seyn, als der periodische. Er ist also 29 T. 12 St. 43 M. 44 Sec.

Einige kleine Ungleichheiten und Veränderungen in der Bewegung des Mondes, die ich in der Folge anführen werde, verursachen, daß diese Länge für unser Jahrhundert noch um 19″ grösser angenommen, und also der Sonnenmonath zu 29 T. 12 St. 44 M. 3 Sec. bestimmet werde.

§. 483.

Wenn man den Mond nur einen Monath hindurch mit Fleiß beobachtet, so muß man so gleich gewahr werden, daß sein Durchmesser grösser und kleiner werde, und daß seine Geschwindigkeit mit seinem Durchmesser wachse und abnehme. Man muß daraus nothwendig schliessen, daß er der Erde näher komme und sich wieder von ihr entferne, und daß sie also nicht genau in dem Mittelpuncte seiner Bahn stehe. Um diese Ungleichheit in Rechnung bringen zu können, muß man hier so, wie bey der Sonne und den Planeten gewiesen worden, die Lage der Apsidenlinie, die Zeit des Durchganges des Mondes durch dieselbe, die Eccentricität der Bahn und die gröste Aequation des Mittelpuncts zu bestimmen suchen. Wenn solches geschehen ist, so kann für jede

Digitized by Google

gegebene Zeit die mittlere Anomalie des Mondes gefunden, durch die zu ihr gehörige Aequation des Mittelpuncts in die wahre verwandelt, und dann seine wahre Länge auf eben die Art, wie bey den Planeten berechnet werden. Die Methoden, wodurch alle diese Stücke gefunden werden können, sind von denen, die bey der Bewegung der Sonne und Planeten gebraucht worden, nicht unterschieden, und es würde unnöthig seyn, sie hier zu wiederholen.

§. 484.

Man fand bald, als man hiernach Tabellen verfertiget hatte, wenn man die daraus gezogenen Rechnungen mit der Beobachtung verglich, daß der grosse Unterscheid, welchen man fand, nicht in der fehlerhaften Bestimmung dieser Dinge allein zu suchen sey, sondern daß diese Stücke selbst Veränderungen unterworfen wären, die man bey den übrigen Weltcörpern entweder gar nicht, oder doch nicht so stark angetroffen hatte.

Das erste, was man hiebey zu entdecken nicht verfehlen konnte, war die grosse Bewegung der Apsidenlinie, welche in 8 J. 309 T. 8 St. 37′ 30″ einen ganzen Umlauf vollendet, und mithin jährlich 40° 39′ 52″ zurückleget. Auf diese Bewegung muste man nothwendig sehen, um die mittlere Anomalie richtig bestimmen zu können.

§. 485.

Aus dieser Bewegung der Apsidenlinie folget sogleich, daß die Zeit eines Umlaufs des Mondes in Ansehung der Apsidenlinie, welche man den anomalistischen Monath nennet, ebenfals von dem periodi-

Digitized by Google

riodischen Monathe unterschieden sey. Nach der im vorigen § beygebrachten Bestimmung beweget sich die Apsidenlinie in einem periodischen Monathe 3° 2′ 38″ und ihre tägliche Geschwindigkeit ist 6 M. 41″. Wenn man diese von der täglichen Geschwindigkeit des Mondes abziehet, und mit dem gefundenen Unterscheide 13° 3′ 54″ die Zeit suchet, in welcher die 3° 2′ 38″ zurückgeleget werden, so findet man 5 St. 35 M. 30 Sec., welche man zu der Länge des periodischen Monathes hinzusetzen muß, um die Länge des anomalistischen Monaths 27 T. 13 St. 18 M. 35 Sec. zu erhalten.

§. 486.

Ob man nun gleich durch die Erkänntniß der Bewegung der Apsidenlinie eine Art Fehler bey Berechnung der Länge des Mondes gehoben hatte, so stimmete die Rechnung dennoch nicht mit der Beobachtung überein. Mehr auf die Umstände, welche bey der Bewegung des Mondes vorkamen, angewandte Aufmerksamkeit lehrete, daß der Mond in der Erdnähe zuweilen grösser und zuweilen kleiner schien. Er war also in diesem Puncte nicht immer gleich weit von der Erde entfernet, und daraus folgte, daß seine Eccentricität und gröste Aequation periodischen Veränderungen unterworfen sey. Die Beobachtungen zeigeten, daß die gröste Aequation des Mittelpuncts von 5° bis zu 7° 40′ sich verändere, daß sie am grösten sey, wenn der Mond in der Apsidenlinie mit der Sonne in Zusammenkunft oder im Gegenschein stehet, und am kleinsten, wenn diese Aspecten sich begeben, wenn der Mond 90° von der Apsidenlinie stehet.

Digitized by Google

Nach dieser Beobachtung berechnete man auch für diese Veränderung in der grösten Aequation des Mittelpuncts eine Tabelle um daraus die Verbesserung für die Lage des Mondes herzunehmen, welche die Evection genannt wird.

§. 487.

Alle diese Ungleichheiten in der Bewegung des Mondes waren schon vor den Zeiten des Tycho bekannt. Als dieser grosse Beobachter sich mit der Bewegung des Mondes beschäftigte, fand er noch eine andere Ungleichheit, welche unter dem Nahmen der Variation bekannt geworden.

Da die Eccentricität am grösten ist, wenn Syzygien in die Apsidenlinie treffen, und am kleinsten, wenn sie 90° davon entfernet sind, da ferner die Evection nichts als eine Abweichung von der mittlern Eccentricität ist, so konnte sie keinen Einfluß auf den Mond haben, wenn die Syzygien 45° von der Apsidenlinie entfernet sind. Und weil in diesen Umständen der Mond in den Syzygien und Quadraturen gleich weit von der Apsidenlinie entfernet ist, so müste er auch gleiche Aequation des Mittelpuncts und gleiche Geschwindigkeit in diesen Aspecten haben.

Tycho fand gleichwohl, daß seine Geschwindigkeit in der Zusammenkunft grösser als in der Quadratur sey, gleich als wenn die Apsidenlinie einer Schwankung unterworfen wäre, die von der Entfernung des Mondes von der Sonne abhänget. Diese anzubringende Verbesserung bey der Bewegung des Mondes gehet auf 40′ und ist am grösten, wenn der Mond 45° von der Sonne abstehet.

§. 488.

Digitized by Google

§. 488.

Mit diesen drey Verbesserungen fand man die Lage des Mondes zu einigen Jahrszeiten genauer als zu andern. Im December, Januarius, Junius, Julius, kam die Rechnung genau genug mit der Beobachtung überein, aber nicht so gut in den übrigen, besonders im März und September. Die Monathe waren auch in den erstern Fällen länger, und in den andern kürzer. Da die Sonne in dem ersten Falle in ihrer Apsidenlinie stehet, so brachte man eine Verbesserung an die sich nach der mittlern Anomalie der Sonne veränderte und auf 11′ 20″ stieg, so weit nämlich wich die Rechnung von der Beobachtung ab. Diese Verbesserung heisset die jährliche Aequation.

§. 489.

Lange Zeit muste man mit diesen vier Verbesserungen zufrieden seyn. Die Astronomen sahen wohl, daß die Rechnungen bald mit der Beobachtung übereinstimmeten, und bald wieder davon abwichen. Allein sie konnten nichts periodisches darin finden, um neue Verbesserungen anzubringen, und auch nichts finden, was in den gefundenen Verbesserungen geändert werden könnte. Das schlimmste war, daß sie selbst von den gefundenen Verbesserungen die physicalischen Ursachen nicht kannten. Sie verzweifelten bereits die Bewegung des Mondes unter die Gesetze der Rechnung zu zwingen, und gleichwol hieng davon ihre ganze Hofnung ab, die Meereslänge zu finden. Hiedurch wurden endlich die grösten Geometer aufgemuntert, dasjenige durch Hülfe einer richtigen Theorie auszumachen, wozu die Beobachtungen nicht hinreichten. Ich müste ein ganzes

Digitized by Google

Werk schreiben, wenn ich ihre Arbeiten entwickeln wollte. Gegenwärtig darf ich nur die erste Quelle ihrer Erfindungen aufdecken.

§. 490.

Wenn man Fig. 83 setzet, die Erde stehe in T, und ihr Halbmesser sey TA; in L stehe der Mond, und bewege sich in einer Minute durch den Bogen LC, welche nach der bekannten mittlern Bewegung des Mondes 33″ ausmacht §. 481. Ohne die Kraft, welche den Mond zur Erde hinabziehet, würde er in der graden Linie fortgegangen seyn, welche den Circul der Mondbahn in L berühret, und ohne die ihm eingedruckte Centrifugalkraft würde er in den Mittelpunct der Erde hinabfallen. Beyde Kräfte zusammen zwingen ihn in seiner Bahn, sich um die Erde zu bewegen. Die Linie LD, bezeichnet die Länge, durch welche ihn die Centripetalkraft allein in einer Minute geführet haben würde, und ihre Grösse führet zur Erkänntniß der Geschwindigkeit, welche der Mond von dieser Kraft erhält.

LD ist der Quersinus eines Bogens LC von 33″. Wenn der Halbmesser eines Circuls 100 000 000 000 Theile hat, so enthält der Quersinus von 33″ solcher Theile 1280. Aus der bekannten Linie TL, dem Abstande des Mondes von der Erde, würde man also die Grösse der Linie LD finden. Wenn man den mittlern Abstand des Mondes von der Erde 60 Halbmesser der Erde annimmt, und den Halbmesser der Erde 19 615 800 Pariser Fuß, so würde LD = 15,0649 solcher Füsse betragen. So weit würde also der Mond in einer Minute gegen den Mittelpunct der Erde herabfallen, wenn

wenn er nicht von der Centrifugalkraft darin gehindert würde. Beynahe so weit fällt ein Cörper nahe an der Oberfläche der Erde in einer Secunde.

§. 491.

Wenn man nun aus dem Raume, welchen ein Cörper an der Oberfläche der Erde in einer Secunde herabfällt, und ungefähr 15,0649 Pariser Fuß beträgt, berechnet, wie weit er in der Entfernung des Mondes, die 60 mahl grösser ist, in eben der Zeit fallen würde, so weiß man aus der Mechanik, daß diese Räume sich wie die Quadrate der Entfernungen verhalten, und findet ihn also $= \frac{15,0649}{60^2}$ Pariser Fuß. Berechnet man hieraus ferner den Raum, durch welchen er in einer Minute fallen werde in der Entfernung des Mondes von der Erde, so weiß man wieder, daß dann die Räume sich wie die Quadrate der Zeiten verhalten, und findet, daß die Schwere in der Entfernung des Mondes einen Cörper $\frac{15,0649}{60^2} \times 60^2 = 15,0649$ Pariser Fuß in einer Minute gegen den Mittelpunct der Erde führen werde, das ist gerade so weit, als die Centripetalkraft den Mond in solcher Zeit gegen den Mittelpunct der Erde führet. Hieraus konnte man also schliessen, daß die Centripetalkraft des Mondes mit der Schwere einerley sey, oder daß die Schwere sich bis zum Monde erstrecke.

§. 492.

Nachdem man diesen Gedanken einmahl bestätiget fand, dehnte man ihn bald weiter aus. Die Erde

Digitized by Google

Erde, die Planeten und Cometen bewegen sich auf eben die Art um die Sonne als der Mond um die Erde. Es war sehr natürlich darauf zu verfallen, daß jeder Weltcörper, der sich um einen andern beweget, solches aus ähnlichen Kräften getrieben, verrichte. Man fand endlich in den Beobachtungen der Bewegung der Weltcörper gewisse Ungleichheiten, wenn sie sich einander nahe kamen oder von einander entferneten, und daraus muste man schliessen, daß auch diejenigen, welche nicht in der Verbindung stehen, daß einer sich um den andern beweget, eine solche Kraft gegen einander äussern. Auf diese Art gelangte man endlich zur Erkänntniß der allgemeinen Schwere aller Weltcörper gegen einander. Nun ließ es sich begreiffen, warum die Lage der Sonne gegen den Mond und seine Bahn einen so grossen Einfluß in den Ungleichheiten hatten, welche man entdeckte, und von dieser Zeit an, welche eine ganz neue Epoche für die Astronomie ward, konnte man mit Grunde hoffen, daß man zur Bestimmung der noch übrigen Ungleichheiten in der Bewegung des Mondes gelangen würde.

§. 493.

Euler, Clairaut, Dalembert haben auf diesem Wege mit Vortheil gearbeitet. Auf ihre Rechnungen gründen sich die genauen Mondtafeln, welche wir gegenwärtig haben, und die von den sorgfältigsten Beobachtungen selten und höchstens anderthalb Minuten abweichen. Sie unterscheiden sich von den vorigen durch eine grosse Anzahl kleiner Aequationen, welche aus der eben angeführten Theorie von der Schwere hergeleitet, und nach der verschiedenen

Lage

Digitized by Google

Lage anderer Weltcörper bestimmt sind. Die Anwendung dieser Aequationen ist leicht, und in den Tabellen selbst gemeiniglich angeführet, die Gründe davon findet man in den Werken der angeführten Schriftsteller.

§. 494.

Aus eben dieser Theorie von der Schwere hat man auch für die Bewegung der Sonne und der übrigen Planeten den Einfluß berechnet, welchen diese Weltcörper gegenseitig in ihre Bewegungen haben, und die daraus gezogene Aequationen den Tabellen für diese Weltcörper angehänget. Dies sind eben die kleinen Verbesserungen, deren §. 263 erwähnet worden, und wodurch die gegenwärtigen Tabellen einen so grossen Vorzug vor allen vorhergehenden erhalten haben.

Clairaut hat diese Theorie von der Schwere auch bey der Berechnung der Wiederkunft des Cometen von 1681 angewandt, und die Veränderungen in Rechnung gebracht, welche die Würkungen der Planeten, denen er nahe genug kam, in seiner Bewegung verursachen musten. Eben hiedurch erreichte er auch in seiner Vorhersagung die Genauigkeit, welche §. 455 bemerket worden.

§. 495.

Um nun die gefundene Länge des Mondes in seiner Bahn auf die Ecclíptik zurück zu führen, und seine Länge in derselben zusammt seiner Breite zu finden, muß man die Neigung seiner Bahn gegen die Ecclíptik und die Lage seiner Knoten kennen. Beydes wird auf eben die Art, wie bey den Planeten, gesucht, und die Länge und Breite des Mondes

wird

wird auf eben die Art daraus hergeleitet. Da dies bekannte Dinge sind, so halte ich mich hier dabey nicht auf. Ueberdem werde ich, wenn ich von den Sonnenfinsternissen handele, zeigen, wie beydes daraus bestimmt werden könne.

§. 496.

Da diese Finsternisse nur nahe an den Knoten sich zutragen können, so wird man daraus, daß sie bald auf einander an sehr unterschiedenen Orten am Himmel beobachtet werden, schon den Schluß machen müssen, daß die Knotenlinie des Mondes eine ziemlich geschwinde Bewegung habe. In der That findet man, daß sie sich in 18 J. 224 T. 4 St. 45′ durch die ganze Ecliptik, mithin täglich 3′ 10″$\frac{2}{3}$, und zwar wider die Ordnung der Zeichen bewege. Wenn man daher den Umlauf des Mondes in Ansehung eines seiner Knoten betrachtet, so findet man leicht, daß diese Zeit kürzer seyn müsse, als die Zeit eines jeden bisher betrachteten Umlaufes. Aus der täglichen Bewegung des Knoten findet man, daß er in einem periodischen Monathe 1° 26′ 49″ zurückgegangen. Da sich nun der Mond nach der Ordnung der Zeichen täglich 13° 10′ 35″, und die Knoten wider die Ordnung täglich 3′ 10″$\frac{2}{3}$ bewegen, so entfernet sich der Mond von dem Knoten täglich 13° 13′ 45″$\frac{2}{3}$. Er hat also zur Entfernung von seinem Knoten um 1° 26′ 49″ eine Zeit von 2 St. 37 M. 29 Sec. nöthig, und um diese Zeit ist also der Umlauf des Mondes in Ansehung des Knoten kürzer, als ein periodischer Monath. Er währet also 27 T. 5 St. 5 M. 36 Sec., und heisset der **Knotenmonath** (mensis draconticus).

§. 497.

Digitized by Google

§. 497.

Wir haben bisher beſtändig geſehen, daß der Mond in ſeiner Bewegung den meiſten Ungleichheiten unter den Weltcörpern ausgeſetzt iſt, und daher allein verdiente ſowohl die Bewegung ſeiner Knoten als die Neigung ſeiner Bahn die genaueſte Aufmerkſamkeit; erſtere ob ſie gleichförmig, und letztere ob ſie beſtändig ſey, oder welchen Geſetzen ihre Veränderung folge.

Tycho hatte ſchon bemerket, daß die Neigung der Mondbahn nur 4° 58′ 30″, wenn die Knoten mit den Syzygien zuſammenfallen, und 5° 17′ 30″ wenn ſie in den Quadraturen liegen, ausmache. Man findet eben dergleichen Veränderungen in der Bewegung der Knoten. Wenn die Knoten mit den Syzygien zuſammenfallen, iſt ihre Bewegung ſtärker, als wenn ſie mit den Quadraturen zuſammentreffen. Dies ſind aber alles Veränderungen, die ſich nur durch die Theorie von der Schwere völlig beſtimmen laſſen.

§. 498.

Der Abſtand des Mondes von der Erde, wird, wie bey den übrigen Weltcörpern, aus ſeiner Horizontalparallaxe gefunden, wenn der Halbmeſſer der Erde als bekannt vorausgeſetzt wird. Dieſe Parallaxe hat eine beträchtliche Gröſſe, und darf daher bey Unterſuchung der Lage des Mondes nicht auſſer Acht gelaſſen werden. Sie iſt ſelbſt bey dem verſchiedenen Abſtande des Mondes von der Erde ſehr merklich verſchieden und 1° 1′ 30″, wenn der Durchmeſſer des Mondes 33′ 36″ iſt, aber nur 57′ 26″ wenn ſein Durchmeſſer 29′ 28″ iſt. Sie wird nach den im 4 Cap. bemerkten Methoden gefunden.

In

In den Tabellen nimmt man insgemein von der Parallaxe sowohl als von dem Monddiameter das Mittel, 59′ 28″ und 31′ 32″ an, und wendet die bey der Bewegung des Mondes für iede Zeit gehörigen Verbesserungen darauf an, um ihre Grösse für jede gegebene Zeit zu erhalten. Beyde Stücke sind noch andern Ungleichheiten unterworfen, die von der Figur der Erde und der Lage des Mondes gegen den Horizont abhängen.

§. 499.

Der Mond ist uns nahe genug, daß die gegen die Pole abgeflachte Figur der Erde, und die daraus folgende Verschiedenheit der Halbmesser der Erde in verschiedenen Breiten auch in der Parallaxe des Mondes merklich werde. Wenn man annimmt, daß der Halbmesser des Aequators sich zur halben Erdaxe wie 200 zu 199 verhalte, und die Parallaxe des Mondes für den Halbmesser des Aequators ist 1° 1′ 30″, so wird für eben den Abstand des Mondes von der Erde seine Parallaxe für die halbe Erdaxe nur 1° 1′ 11″ seyn, welches einen Unterscheid von 18″ macht, der allerdings beträchtlich ist. Es verhalten sich nämlich die Tangenten der Parallaxen in gleichen Entfernungen, wie die Halbmesser, oder die Linien, worauf sie sich beziehen.

§. 500.

Wenn man also für die Mittagskreise eine gewisse Linie annimmt, eine Ellipse z. E. deren grössere Axe den Halbmesser des Aequators, und die kleinere die halbe Erdaxe vorstellet, so kann man für jede Breite die Linie vom Mittelpuncte bis zur Oberfläche der Erde finden, und nach der angegebenen Proportion

die

Digitized by Google

die Parallaxen für jede Breite berechnen, wenn man sie für einer einzigen weiß. In den astronomischen Tabellen findet man dies für alle Grade der Breite nicht allein, sondern auch für die verschiedenen Verhältnisse des Halbmessers des Aequators zur Erdaxe, welche verschiedene Astronomen angenommen haben, berechnet. Und diese Verbesserung muß man auf die Mondparallaxe anwenden, wenn man sie für eine gewisse Breite sucht, besonders wenn sie etwas groß ist.

§. 501.

Die Grösse des Monddurchmessers ist nach der verschiedenen Höhe des Mondes einer Ungleichheit unterworfen, welche man in Betrachtung ziehen muß, wenn man einige Genauigkeit sucht.

Es sey Fig. 84 die Erde in T, in *o* sey ein Ort auf ihrer Oberfläche, und im Zenith desselben stehe der Mond, dessen Halbmesser LD ist, so ist LTD der Winkel, unter welchem er in dem Mittelpuncte der Erde gesehen wird, und LoD derjenige, unter welchem er in *o* erscheinet. Dieser Winkel Tangenten verhalten sich umgekehrt, wie die Linien Lo und LT

$$Lo : LT = t\,LTD : t\,LoD.$$

§. 502.

Wenn der Mond nicht im Zenith, sondern in λ stehet, und λδ ist sein Halbmesser mit der Horizontalfläche parallel, so wird er aus *o* unter dem Winkel λoδ, und aus T unter dem Winkel λTδ = LTD erscheinen. Auch hier findet das eben gefundene Verhältniß stat

$$\lambda\sigma : \lambda T \text{ oder } LT = t\,\lambda T\delta \text{ oder } t\,LTD : t\,\lambda o\delta.$$

Digitized by Google

Wenn man diese Verhältnisse mit der vorigen zusammensetzet, so erhält man die Proportion

$$Lo : \lambda o = t\lambda o\delta : t LoD.$$

Da nun $Lo < \lambda o$ ist, so ist auch $t\lambda o\delta < t LoD$, mithin auch $\lambda o\delta < LoD$. Je weiter nun die Linie λo von LT weglieget, oder je grösser der Winkel $Lo\lambda$ der scheinbare Abstand des Mondes vom Zenith ist, desto grösser wird die Linie λo, mithin wird auch $LO : \lambda o$, und daher auch $t\lambda o\delta : t LoD$ immer kleiner. Die scheinbare Grösse des Mondes ist also im Zenith am grösten, und wird kleiner und kleiner, je weiter er sich von demselben entfernet.

§. 503.

Im Horizonte wird also der Mond am kleinsten und fast nicht grösser aus *o* als aus T gesehen. Da die Linie λo beständig wächset, je näher sie dem Horizonte kommt, so wird daselbst die Linie *lo* beynahe der Linie *l*T oder LT gleich, und mithin sind auch die Tangenten der scheinbaren Grössen aus *o* und T und die scheinbaren Grössen selbst beynahe einander gleich. Man unterscheidet daher auch selbst bey dem Monde seine scheinbare Grösse im Horizont, nicht von seiner scheinbaren Grösse, in welcher er im Mittelpuncte der Erde erscheinet. In den astronomischen Tabellen findet man gemeiniglich diese scheinbare Grösse des Mondes unter dem Nahmen des **horizontalen Monddurchmessers** für jede Lage des Mondes in seiner Bahn gegen die Erde angeführet. Dies muß man merken, damit man diese Benennung in den Tabellen nicht unrecht verstehe, und sich darunter denjenigen Durchmesser des Mondes vorstelle, welcher in jedweder Höhe der Horizontalfläche

talfläche parallel ist, welcher in den astronomischen Büchern auch zuweilen vorgedachten Nahmen führet, und von welchem im vor. §. gehandelt worden.

§. 504.

Wenn der Monddurchmesser für eine Höhe des Mondes über dem Horizont bekannt ist, so findet man ihn leicht für jede andere Höhe desselben. Wir haben eben im vorigen § ausgemacht, daß die Tangenten der Monddurchmesser sich umgekehrt wie die Entfernungen verhalten. Es ist nämlich

$$Lo : \lambda o = t\,\lambda o\delta : t\,LoD$$
$$Lo : lo = t\,lod : t\,LoD.$$

Daraus folget

$$\lambda o : lo = t\,lod : t\,\lambda o\delta.$$

Man findet aber das Verhältniß von $\lambda o : lo$ aus der Vergleichung der Dreyecke λoT und loT. Man erhält daraus die Verhältnisse:

$$\lambda o : oT = \sin oT\lambda : \sin o\lambda T$$
$$oT : lo = \sin olT : \sin oTl$$

und hieraus ergiebet sich das zusammengesetzte Verhältniß

$$\lambda o : lo = \begin{pmatrix} \sin oT\lambda : \sin oTl \\ \sin olT : \sin o\lambda T \end{pmatrix}.$$

Die Winkel $oT\lambda$ und oTl sind die wahren Höhen des Mondes in λ und l; die Winkel olT und $o\lambda T$ sind seine Parallaxen für die Höhen der Puncte l und λ. Man kann also sagen, daß die Linien λo und lo, folglich auch die Tangenten der Monddurchmesser für die Höhen λ und l in zusammengesetzter Verhältniß sind, aus den Verhältniß der Sinus der Höhen grade zu und der Parallaxen umgekehrt. Nach dieser Regel findet man in den practischen Büchern aus

Digitized by Google

dem horizontalen Durchmesser des Mondes seinen Durchmesser für jede Höhe berechnet.

§. 505.

Das, was hier von dem Monddurchmesser angeführet worden, daß seine scheinbare Grösse kleiner werde, je mehr er sich dem Horizonte nähert, scheinet dem Augenscheine zu widersprechen, da uns der Mond beym Auf- und Untergehen weit grösser vorkömmt, als wenn er hoch über dem Horizonte stehet. Dies ist in der That ein falsches Urtheil, welches wir aus den Umständen, welche diese Lage des Mondes begleiten, ziehen. Wir sehen alsdann den Mond entweder hinter gewisse Gegenstände auf dem Erdboden, mit denen er gleiche Höhe hat, hervorkommen oder verschwinden, und dann urtheilen wir, daß er nicht viel weiter als diese Gegenstände entfernet seyn könne; oder wir sehen ihn auf der ebenen Fläche der Erde liegen, und schliessen daraus, daß er nicht weiter entfernet sey als man eine Sache von der Grösse des Mondes auf der Erdfläche sehen kann. Dies Urtheil mischet sich wider unsern Willen in unsere Empfindung, und macht, daß wir den Mond für grösser halten als der Winkel ist, unter welchen er ins Auge fällt, weil wir ihn für näher halten, als er ist.

Man erkennet aber diesen Irrthum, so bald man nur Werkzeuge anwendet, seine Grösse zu messen.

§. 506.

Wenn man den Mond durch ein Sehrohr betrachtet, so findet man seine Oberfläche mit einer Menge Flecken besäet, die ihm ein wunderbares Ansehen geben

Digitized by Google

ben und dem Beobachter ein angenehmes Schauspiel darstellen. Man findet auf ihm helle und dunkle Stellen von verschiedenem Lichte und Grösse. Vor und nach dem Neumonde findet man, wie ich schon erwähnet habe, die Gränze des Lichts uneben. Stellen, welche merklich von dieser Gränze entfernet sind, und in dem dunkeln Theile des Mondes liegen, sind erleuchtet. Um diese Zeit wird man auch einige dunkle Flecken sehen, die sich durch ihre schwarze Farbe von den übrigen unterscheiden, ihre Lage nach dem Stande der Sonne gegen den Mond beständig verändern, und die endlich völlig verschwinden, wenn der Winkel am Monde aufhöret so gar schief zu seyn.

§. 507.

Man ist fast gezwungen, den Abstand der erleuchteten Stellen im Monde von der Gränze des Lichts dadurch zu erklären, daß man im Monde grosse Erhöhungen annimmt, die ehe von der Sonne erleuchtet werden können, als die ebenen und niedrigen zwischen ihnen und der Gränze des Lichts gelegenen Stellen auf der Oberfläche des Mondes. So wie man am frühen Morgen ein gegen Abend gelegenes Gebürge schon im vollen Tage prangen siehet, wenn man selbst mit allen umliegenden ebenen Gegenden noch in der ersten Dämmerung liegt, und wie ein gegen Morgen hoch erhabener Berg noch am späten Abend in den Strahlen der Sonne glühet, wenn die Sonne niedrigere gegen Abend gelegene Oerter längst verlassen hat. Wenn man diese Erklärung einmahl angenommen hat, so wird man kein Bedenken weiter haben können, die schwarzen Flecken, welche beständig gegen die Sonne über liegen, und ihre Lage nach

Digitized by Google

ihrer Bewegung verändern, für Schatten solcher Erhöhungen zu halten. Ihre Figur, Farbe, Bewegung, Verschwindung, alles was nur an ihnen beobachtet wird, erfordert diese Erklärung.

§. 508.

Die übrigen Flecken unterscheiden sich dadurch von diesen, daß sie ihre Lage auf der Oberfläche des Mondes nicht verändern. Da sie dunkler sind als die übrigen Stellen im Monde, und da der Mond sein ganzes Licht von der Sonne erhält, so kann man mit Gewißheit sagen, daß diese Stellen im Monde von der Natur sind, daß sie das empfangene Licht in geringerer Menge zurückschicken. Es würde zu viel gewagt seyn, wenn man sie für Meere, Waldungen, oder etwas dergleichen halten wollte, was den Dingen auf der Erde ähnlich ist. Vielleicht sind es Dinge von solcher Art, wovon Bewohner der Erde gar keinen Begriff haben. Da diese Flecken beständig fast einerley Lage auf der Oberfläche des Mondes behalten, so muß man daraus schliessen, wie bereits angeführet worden, daß er allezeit einerley Seite gegen die Erde gerichtet habe, und sich während eines Umlaufs um die Erde um seine Axe bewege.

§. 509.

Wenn man auf die Lage dieser Flecken genauer merket, so siehet man doch, daß sie nicht in aller Schärfe ihre Lage behalten. Man findet, daß sie zuweilen insgesammt sich einem Rande des Mondes nähern, und von dem andern entfernen; an dem ersten Rande verschwinden einige Flecken, die ihm sehr nahe stunden und an dem zwoten erblickt man dann Flecken, welche man vorher auf der Mondscheibe

nicht

Digitized by Google

nicht sahe. Die Flecken verändern also ihre Lage gegen den Mittelpunct des Mondes, ob sie gleich gegen einander einerley Lage behalten. Der Mond hat also, wenn man es genau nehmen will, nicht beständig einerley Seite gegen den Beobachter von der Erde gerichtet, aber er zeiget sich auch der Erde nicht von allen Seiten. Er schwanket gleichsam um seinen Mittelpunct ein wenig hin und wieder, und man nennet auch diese Erscheinung das **Schwanken des Mondes** (libratio lunæ), ob man sie gleich ohne eine solche Bewegung anzunehmen erklären kann.

§. 510.

Es sey (Fig. 85) die Erde in T, und der Mond in L, und man achte nicht auf die Bewegung des Mondes in seiner Bahn. Man ziehe durch T und L die grade Linie, welche die Oberfläche der Erde in A und des Mondes in C schneidet; der Circul AO*o* stelle den Parallelkreis vor, in welchen der Punct A in der täglichen Bewegung einhergehet. Sollte nun ein Beobachter in diesem Parallelcircul allezeit vollkommen dieselbige Seite des Mondes sehen, so müste die Linie von seinem Auge in den Mittelpunct des Mondes auch beständig durch einerley Punct C gehen. Aber diese Linie schneidet die Oberfläche des Mondes zwischen C und B, indem sich das Auge von A nach O beweget, und wenn es in O lieget in dem Punct B, welches so weit von C entfernet ist, als der Winkel OLA oder die Horizontalparallaxe des Mondes ausmacht. Man wird dies eben so für das Punct *o* finden, und man siehet daher nicht beständig einerley Hälfte des Mondes.

Digitized by Google

§. 511.

Man stelle sich nun durch den Mittelpunct des Mondes zwo Ebenen vor, von welchen die eine auf oL, die andere auf OL senkrecht stehet, so scheidet die eine Ebene, welche in DE projiciret seyn mag, den in *o* sichtbaren Theil des Mondes von dem unsichtbaren, so daß man in *o* nur die Hälfte DHE siehet; die andere in FG projicirte Ebene, scheidet den in O sichtbaren Theil des Mondes von dem daselbst unsichtbaren. Man siehet daselbst die Hälfte FBG. Wenn sich nun das Auge in der täglichen Bewegung von *o* nach O beweget, so verliehret es nach und nach die Theile zwischen D und F, bis es in O anlanget, wo der Rand des Mondes durch F gehen wird. Auf der andern Seite bey E werden ihm aber die zwischen E und G gelegenen Theile sichtbar, bis ihm in O das Punct G im Rande des Mondes lieget. Da nun der Beobachter auf der Erde in Ruhe zu seyn glaubet, so kann es ihm nicht anders vorkommen, als wenn der Mond um seinen Mittelpunct während solcher Zeit eine Schwankung von der Grösse des Winkels DLF = *o*LO verrichtet hätte. Man nennet dieses Schwanken des Mondes das tägliche. Es hänget seiner Grösse nach von der Parallaxe des Mondes ab.

§. 512.

Man siehet wohl, daß diese Erscheinung nur auf der Oberfläche der Erde bemerkt werden kann und durchaus nicht stat findet, wenn man aus dem Mittelpuncte der Erde beobachtet. Aber es giebt noch andere Erscheinungen dieser Art, bey welchen die Stellen der Flecken auf der Oberfläche des Mondes

auch

Digitized by Google

auch gegen den Mittelpunct der Erde verändert werden.

Wenn man den Mond in seiner grösten nordlichen Breite betrachtet, und die Lage seiner Flecken abgezeichnet hat, und man beobachtet ihn nachher in seiner südlichen Breite, so findet man, daß die Flecken, welche zuerst nahe am südlichen Rande des Mondes stunden, gänzlich verschwunden, und dagegen diejenigen, welche am nordlichen Rande lagen tiefer in den Mond gerückt sind, andere aber die zuerst gar nicht gesehen wurden, nunmehro den nordlichen Rand des Mondes einnehmen. Nach und nach, wenn die südliche Breite abnimmt verschwinden die am nordlichen Rande entstandene Flecken, die am südlichen Rande verschwundene kommen wieder hervor, und wenn er zur grösten nordlichen Breite gelanget, ist alles wieder in den Zustand hergestellet, worin wir es gleich anfangs gefunden haben.

§. 513.

Es sey Fig. 86 in T die Erde, TS die Ecclíptik, in L stehe der Mond in seiner grösten nordlichen Breite, und in *l* in seiner grösten südlichen, so daß der Winkel STL die Neigung der Mondbahn gegen die Ecliptik ausdrücke, CD sey die Axe des Mondes. Wenn man sich nun vorstellet, daß diese Axe bey der Bewegung des Mondes um die Erde sich immer parallel bleibet, so wird sie, wenn der Mond in *l* stehet, die Lage *cd* haben. Das Punct G war der Mittelpunct der Mondscheibe, als er in L stand. Wenn er in *l* stehet, ist sein Mittelpunct *m*, und der vorige Mittelpunct G lieget nun in *g*. Wenn also in L in dem Mittelpuncte des Mondes ein Flecken

Digitized by Google

war, so lieget er in *l* um so viele Grade gegen den südlichen Rand als der Winkel GT*m*, das ist die Neigung der Mondbahn gegen die Eccliptik doppelt beträgt. Und aus eben dieser Ursache sind alle übrige Flecken des Mondes näher gegen seinen südlichen Rand gebracht, die im südlichen Rande standen, sind verschwunden, und am nordlichen Rande andere die nicht gesehen wurden hervorgekommen. Eben diese Erscheinung würde man auch haben, wenn der Mond seine Breite nicht verändert, sondern in L um seinen Mittelpunct eine Schwankung vollendet hätte, wodurch das Punct G 10° weiter gegen F gebracht wäre. Da diese Erscheinung die Lage der Sterne in Ansehung der Breite verändert, so nennet man sie auch die Schwankung des Mondes in der Breite.

§. 514.

Man findet endlich noch eine dergleichen Bewegung der Mondflecken, vermöge welcher sie an dem östlichen und westlichen Rande des Mondes periodisch erscheinen und verschwinden. Wenn man die Lage der Flecken bemerket zu der Zeit, wenn der Mond in der Erdferne stehet, und man verfolget den Mond mit seinen Beobachtungen, so wird man bald darauf gewahr werden, daß die Flecken an dem westlichen Rande des Mondes zu verschwinden anfangen, und daß an dem östlichen Rande einige zum Vorschein kommen, die vorher unsichtbar waren. Dieses Verschwinden am westlichen Rande und Erscheinen am östlichen währet so lange, bis der Mond in seiner mittlern Entfernung von der Erde stehet. Dann fangen die am östlichen Rande zum Vorschein gekommene Flecken an zu verschwinden, und die am westlichen

Digitized by Google

lichen Rande verschwundene fangen an hervorzukommen, bis der Mond in der Erdnähe stehet, wo er sein voriges Ansehen wieder erhält.

§. 515.

Wenn er durch die Erdnähe gegangen ist, so kommen am westlichen Rande neue Flecken hervor, und die am östlichen Rande stehen verschwinden nach und nach, bis er in dem mittlern Abstande von der Erde stehet. Nach dieser Zeit verschwinden die am westlichen Rande erschienenen wieder und die am östlichen Rande verschwundene kommen wieder hervor, bis er endlich wieder zur Erdferne gelanget, da er denn aufs neue sein erstes Ansehen wieder erhält.

§. 516.

Man stelle sich (Fig. 87) vor *lmp*L sey die Bahn des Mondes, ein Circul, dessen Mittelpunct C ist. Wenn die Erde in diesem Mittelpuncte stünde, und der Mond sich auf eben die Art um seine Axe drehete, nach welcher er sich in dem Umkreise des Circuls bewegte, so würde von der Erde beständig eben dieselbe Seite des Mondes gesehen werden. Die Linie von C in des Mondes Mittelpunct gezogen, würde allezeit durch eben dasselbe Punct auf der Oberfläche des Mondes gehen, und man hätte daher allezeit einerley Punct im Monde zum Mittelpuncte.

§. 517.

Wenn aber die Erde in T stehet, und also in *l* die Erdferne, in *p* die Erdnähe, und in *n* und *o* sein mittler Abstand von der Erde ist; wenn nun noch der Mond sich auf die Art um seine Axe drehet, wie

er

Digitized by Google

er sich in seiner Bahn beweget und allezeit eben dieselbe Seite gegen C richtet, so kann er nicht genau immer dieselbe Seite gegen T richten. In der Erdferne in *l*, imgleichen in der Erdnähe in *p* fallen die aus T und C in den Mittelpunct des Mondes gezogene Linien zusammen, sie gehen also durch einerley Punct der Oberfläche des Mondes, und man hat aus T und C einerley Mittelpunct der Mondscheibe. In allen übrigen Fällen machen diese Linien einen Winkel am Mittelpuncte des Mondes wie T*m*C, T*n*C, ToC, die Linie T*m* gehet durch die Oberfläche des Mondes in G; die Linie C*m* in D. Aus T hat man das Punct G zum Mittelpunct der Mondscheibe, und aus C das Punct D. Beyde Puncte sind so weit von einander entfernet als der Winkel C*m*Γ, die Aequation des Mittelpuncts ausmacht. Wenn man sich nun allenthalben durch den Mittelpunct des Mondes eine Fläche vorstellet, die auf die aus T in den Mittelpunct des Mondes gezogene Linie senkrecht stehet, und eine andere ebenfals auf die aus C dahin gezogene Linie senkrecht, wovon die erstere in die Linie EF, die andere in AB projicirt ist, so kann man sich dadurch die Verschiedenheit vorstellen, in welcher der Mond in verschiedenen Puncten seiner Bahn erscheinet.

§. 518.

In *l* macht BA die Gränze des in T sichtbaren Theiles des Mondes aus. Wenn er sich nun aus *l* nach *m* beweget, so ist EF der sichtbare Theil, und es sind also bey A einige Theile verschwunden, bey B aber einige zum Vorschein gekommen. Da die Bewegung des Mondes vom Abend gegen Morgen geschiehet,

Digitized by Google

schiehet, so ist A am westlichen, B am östlichen Rande des Mondes und das Erscheinen und Verschwinden der Flecken geschiehet also auf die Art, wie es die Beobachtung angiebet. Da die Grösse dieses zum Vorschein gekommenen oder verschwundenen Theiles an dem Mondrande von der Aequation des Mittelpuncts abhänget, so folget daraus allein schon, daß sie mit solcher Aequation wachsen und abnehmen müsse, daß also das Erscheinen am westlichen Rande zunehmen müsse, bis der Mond zu seinen mittlern Abstand kommt, und daß es von da bis zur Erdnähe *p* wiederum abnehmen müsse. In *p* fallen die Linien EF und AB wiederum zusammen, und der Mond erscheinet aus C und T in gleicher Gestalt.

§. 519.

Wär er durch die Erdnähe in *p* gegangen, machen die aus T und C gezogene Linien wieder einen Winkel, oder die Flächen AB und EF schneiden sich. Die Erscheinung entstehet dann wieder und folget eben den Gesetzen mit dem einzigen Unterscheide, daß nun das Verschwinden der Flecken an dem westlichen Rande bey B, und das Erscheinen derselben an dem östlichen Rande bey A geschiehet.

Wenn man den Mond in *l* in Ruhe seyn liesse, und man wollte diese Erscheinung vorstellen, so dürfe man ihn nur eine Schwankung um den Mittelpunct *l* dergestalt machen lassen, daß zuerst B gegen C so weit hinabsünke, als die gröste Aequation des Mittelpuncts erfordert; nachher in die Höhe stiege, und sich eben so weit über seine erste Lage erhöbe, und endlich wieder zu seiner vorigen Lage heruntersetzte. Man nennet daher auch diese Erscheinung ein

Schwan-

Digitized by Google

Schwanken des Mondes und zwar in der Länge, weil die Lage der Flecken in der Länge dadurch geändert wird.

§. 520.

Da die Flecken des Mondes sich nicht über die Oberfläche des Mondes fort bewegen, so kann man daraus nicht so, wie bey den übrigen Weltcörpern geschehen, die Lage der Axe dieses Weltcörpers bestimmen. Man hat sie daher aus diesen schwankenden Bewegungen der Flecken des Mondes zu finden gesucht und sehr weitläuftige Wege genommen, diese Absicht zu erreichen.

Wenn die Axe des Mondes, so wie bey andern Weltcörpern beobachtet wird, sich immer parallel bleiben, und der Mond gegen den Mittelpunct seiner Bahn allezeit dieselbe Seite richten soll, so muß diese Axe auf der Mondbahn senkrecht stehen, und da die Mondbahn die Eccliptik unter einen veränderlichen Winkel zwischen 4° 58′ 30″ und 5° 17′ 30″ schneidet, so würde der Aequator des Mondes die Eccliptik unter eben diesen Winkeln schneiden, und die Durchschnittspuncte würden mit den Knoten zusammenfallen. Die Axe des Mondes würde also die Eccliptik ebenfals unter einem veränderlichen Winkel zwischen 50° 1′ 30″ und 54° 42′ 30″ schneiden. Man will aber aus den Berechnungen über die genauesten Beobachtungen von der Bewegung der Flecken des Mondes schliessen, daß der Aequator die Eccliptik unter einem Winkel von 2° schneide.

§. 521.

Wenn man für eine gegebene Zeit die Horizontalparallaxe des Mondes mit allen im vorigen angeführten

Digitized by Google

führten Vorsichtigkeit sucht, so findet man daraus den Abstand des Mondes von der Erde für solche Zeit; und seinen mittlern Abstand von der Erde aus der mittlern Grösse der Horizontalparallaxe. In der Bestimmung der Horizontalparallaxe kann der dabey zu befürchtende Irrthum nicht über ein paar Secunden betragen, und man wird daher den Abstand des Mondes von der Erde nicht über den sechzigsten Theil des Erddurchmessers verfehlen. Hieraus kann man die Grösse des Mondes berechnen, wenn man die scheinbare Grösse seines Durchmessers als bekannt annimmt.

Man kann aber auch unmittelbar aus der Parallaxe des Mondes und seinem scheinbaren Durchmesser die Grösse des Mondes gegen die Grösse der Erde vergleichen. Da die Horizontalparallaxe die scheinbare Grösse des Halbmessers der Erde aus dem Monde gesehen ist, welche nach ihrer mittlern Grösse 59′ 28″ beträgt, und die scheinbare Grösse des Halbmessers des Mondes aus der Erde gesehen 15′ 46″ ausmacht; da sich die wahren Grössen wie die Tangenten der scheinbaren Grössen verhalten, so findet man das Verhältniß des Halbmessers des Mondes zum Halbmesser der Erde wie 1 zu 3,77 und ihrer cörperliche Grössen wie 1 zu 52. Die Erde wird daher 52 mahl gröſſer seyn als der Mond, und wenn die Dichtigkeit dieser Weltcörper gleich ist, auch so viel mahl mehr Maasse enthalten.

§. 522.

Da es ausgemacht ist, daß die Schwere gegen den Mittelpunct der Erde sich bis zum Mond erstrecket, wie wir §. 491 gesehen haben, so kann man

Digitized by Google

daraus allein wiſſen, daß dieſer Weltcörper eine groſſe Würkung gegen die Erde äuſſern müſſe. So lächerlich die aſtrologiſchen Träume über dieſen Punct ſind, ſo gewiß beweiſen andere Erſcheinungen auf der Erde dieſe Würkung des Mondes. Das Aufſchwellen und Sinken des Waſſers, welches die Ebbe und Fluth genannt wird, richtet ſich zu genau nach den Stand des Mondes gegen die Oerter, wo es geſchiehet, als daß man ſeine Urſache nicht gröſtentheils in dem Monde ſuchen müſte. Die Erklärung dieſer Erſcheinung gehöret in die Erdbeſchreibung. Allein wir finden am Himmel und ſelbſt an den Fixſternen eine andere Erſcheinung, welche dieſen Einfluß beweiſet, wenn man ihre phyſicaliſche Urſache aufſuchet.

§. 523.

Als Bradley die mühſamen Beobachtungen zur Erfindung der Parallaxe der Fixſterne geendiget und bey dieſem Anlaſſe die Abirrung des Lichts entdeckt hatte, fand er, daß die Lage der Fixſterne noch einer andern periodiſchen Veränderung unterworfen wären, welche von der Lage der Mondknoten und ihrer Bewegung abhänget. Ich werde dieſe Erſcheinung, welche eine der merkwürdigſten Erfindung der neuern Zeiten iſt, hier ſo deutlich vorzuſtellen ſuchen, als es mir möglich iſt, um daraus die Berechnung dieſer Veränderung herzuleiten.

§. 524.

Man ſtelle ſich alſo vor die Länge des Knoten der Mondbahn liege im Anfangspunct des Widders, und man bemerke die Abweichung eines nordlichen und ſüdlichen Sterns, deren grade Aufſteigung von der

Digitized by Google

der graden Aufsteigung der Länge des Knoten nicht verschieden ist, so genau als möglich. Wir wollen zur gröſsern Deutlichkeit annehmen, es sey die Abweichung

des nordlichen Sterns 5° 17′ 43″
des südlichen Sterns 8° 25′ 13″

Man setze diese Beobachtung fort, und man wird nach einiger Zeit finden, wenn man auf die Beobachtung alle Verbesserungen, welche man bisher kennet, angewandt hat, daß die Abweichung des nordlichen Sterns wachse, und die Abweichung des südlichen Sterns abnehme, und dies Wachsen der Abweichung des nordlichen Sterns und das Abnehmen der Abweichung des südlichen Sterns wird $4\frac{1}{2}$ Jahre fortwähren, in welcher Zeit der Knoten der Mondbahn um 3 ganze Zeichen zurückgegangen ist, und im ersten Grad des Steinbocks stehet. Der Unterscheid des Knoten der Mondbahn im Aequator und der graden Aufsteigung der Sterne ist dann von der graden Aufsteigung der Länge des Knoten an, nach der Ordnung der Zeichen gezählet 90°, und man wird dann finden die Abweichung

des nordlichen Sterns 5° 17′ 52″
des südlichen Sterns 8° 25′ 4″

daß also der nordliche Stern in der Abweichung 9″ gewonnen, und der südlichen eben so viel verlohren hat.

§. 525.

Nach dieser Zeit wird man während der folgenden $4\frac{1}{2}$ Jahre finden, daß die Abweichung des nordlichen Sterns eben so nach und nach wiederum abnehme, wie sie vorher angewachsen ist, und daß die Abweichung des südlichen Sterns eben so wieder wachse, als sie in den vorhergehenden $4\frac{1}{2}$ Jahren abgenom-

Digitized by Google

men hat. Am Ende dieser Zeit, nach 9 Jahren von der ersten Beobachtung an, in welcher Zeit der Knoten des Mondes 6 Z. zurückgegangen ist, und der Unterscheid des Knoten und der graden Aufsteigung der Sterne 180° ist, findet man die Abweichung der Sterne, wie im Anfange, nämlich

des nordlichen Sterns 5° 17′ 43″
des südlichen Sterns 8° 25′ 13″

§. 526.

In den nun folgenden 4½ Jahren, wenn der Unterscheid der graden Aufsteigung der Sterne und des Knoten zwischen 180° und 270° ist, nimmt die Abweichung des nordlichen Sterns ab, und die Abweichung des südlichen Sternes wächset, und zwar dergestalt, daß am Ende dieser Zeit, wenn der Unterscheid der graden Aufsteigung grade 270° ist, die Abweichung

des nordlichen Sterns 5° 17′ 34″
des südlichen Sterns 8° 25′ 22″

gefunden wird.

Nach dieser Zeit wächset die Abweichung des nordlichen Sterns wieder und die Abweichung des südlichen Sterns nimmt ab, bis der Knoten mit den Sternen einerley grade Aufsteigung erhält, da sie dann wieder zu der zuerst beobachteten Abweichung gelangen, welche man in dieser Absicht die mittlere nennet.

§. 527.

Diese Erscheinung ist allgemein und man kann sie an allen Sternen beobachten, und daraus allgemein festsetzen.

Daß

Digitized by Google

Daß alle nordliche Sterne die in der graden Aufsteigung nicht über 180° von dem Knoten entfernet sind, näher gegen den Pol gerückt werden, und die südlichen, bey welchen eben die Relation der graden Aufsteigung stat findet, weiter von ihrem Pol weggerückt werden, als sie nach ihrer mittlern Abweichung stehen sollten.

Daß alle Sterne, welche in der graden Aufsteigung von dem Knoten über 180° entfernet sind, die nordlichen weiter von ihrem Pole entfernet sind, und die südlichen näher an ihrem Pole liegen, als ihre mittlere grade Aufsteigung es erfordert.

§. 528.

Eine so allgemeine Bewegung der Fixsterne, und welche sich genau nach der Bewegung der Knoten des Mondes richtet, konnte unmöglich für eine würkliche Bewegung der Fixsterne gehalten werden. Man muste nothwendig auf eine Bewegung der Lage des Aequators der Erde oder der Erdachse schliessen. Wenn man sich vorstellet, daß die Axe der Erde sich in einem Circul, dessen Halbmesser 9″ beträgt, innerhalb der Zeit, daß die Knoten des Mondes die ganze Ecliptik durchlaufen, herum bewege, und daß die Linien aus dem Mittelpuncte dieses Circuls, welcher der mittlere Ort des Pols genannt wird, nach dem wahren Pole und den Punct der graden Aufsteigung des Knoten gezogen, allemahl einen rechten Winkel einschliessen, so kann man alle angeführte Erscheinungen erklären.

§. 529.

Es sey in P (Fig. 88) der mittlere Ort des Pols, um welchen sich der wahre Pol in einem Circul be-

Digitized by Google

weget, deſſen Halbmeſſer = 9″ iſt, und welcher durch den kleinern Circul vorgeſtellet ſeyn ſoll; in E ſey der Pol der Eccliptik. Wenn man durch E und P einen der gröſten Circul leget, ſo iſt DB der Colurus der Sonnenwende, in B ſey das Punct des Krebſes, und in D des Steinbocks. Ein durch P gehender Circul, welcher auf dem vorigen ſenkrecht ſtehet, iſt der Colurus der Nachtgleichen, in A ſey das Punct des Widders, in C der Waage. Wenn nun der Knoten des Mondes in A lieget, ſo iſt der Ort des wahren Pols in C, und alle Sterne auf der Kugel innerhalb ABC ſind näher an C dem Orte des wahren Pols, als an P, dem mittlern Orte des Pols. Alle Sterne innerhalb ADC ſind weiter von dem wahren Pole C entfernet, als von dem mittlern Orte. Bey dem entgegengeſetzten Pole hat das Gegentheil ſtat, indem derſelbe dem Orte C gerade entgegengeſetzt iſt.

§. 530.

Wenn nun der Pol ſich von C nach *p* beweget hat, ſo iſt der Knoten von A nach F zurückgegangen. Dann iſt der Colurus der Sonnenwende in der Lage E*p*♋ gekommen, und das Punct des Widders von A nach ♈ zurückgewichen. Und ſo entfernet ſich das Punct ♋ von A ſo lange, bis der Colorus der Sonnenwende den kleinen Circul berühret, und eben ſo lange gehet auch das Punct ♈ zurück. Wenn denn der Pol weiter in dem Circul fortgehet, ſo nähert ſich das Punct ♋ wieder dem Punct B, und ♈ dem Puncte A. In der Folge entfernet ſich das Punct ♋ auf der andern Seite von B, und ♈ gehet über A in die Höhe, bis E♋ den kleinen Circul berühret, da ſich dann ♋ dem Puncte B, und ♈ dem Puncte A wieder

Digitized by Google

wieder nähert, bis der wahre Pol wieder in C lieget. Man nennet daher diese Bewegung des Pols, und die davon abhängende Veränderung der Lage der Fixsterne, das Schwanken der Erdaxe und der Fixsterne (nutatio axis telluris et fixarum).

§. 531.

Aus der Figur wird es nicht schwer seyn zu erkennen, was es für Bestimmungen sind, gegen welche die Lage eines Sterns durch diese Schwankung verändert wird. Wenn S einen Stern vorstellet, so ist sein Abstand vom mittlern Pole SP, und vom wahren S*p*, wenn der Pol in *p* ist, und die wahre Abweichung des Sterns S, ist also von der mittlern unterschieden, so oft SP dem Bogen S*p* nicht gleich ist.

Die grade Aufsteigung wird aus dem Winkel ♈PS, und die aus der Schwankung abgeänderte aus ♈*p*S geschlossen. Man kann auch die erstere aus dem Winkel EPS, letztere aus E*p*S schliessen. Wenn also die Winkel einander nicht gleich sind, so muß auch die mittlere grade Aufsteigung des Sterns von der wahren unterschieden seyn.

Der Winkel PES bestimmet die mittlere, und *p*ES die wahre Länge eines Sterns, und die Länge des Sterns ist durch die Schwankung verändert, so bald diese Winkel einander nicht gleich sind. Der Bogen SE behält hiebey immer einerley Grösse, und die Breite wird daher durch die Schwankung nicht geändert.

§. 532.

Um nun die Würkung dieser Schwankung in dieser verschiedenen Absicht zu berechnen, merke man

Digitized by Google

gleich anfangs, daß $Pp = 9''$ klein genug sey um allenthalben die trigonometrischen Differentialformuln bey den Dreyecken zu gebrauchen, worin dieselbe vorkommt.

Durch die Schwankung in der Abweichung wird aus dem Bogen PS der andere pS. Man hat also das Dreyeck PSp, und wenn man aus p die Seite pH senkrecht auf PS ziehet, so kann pHP als ein gradlinigtes Dreyeck angesehen werden. Alsdann ist

$$r : \cos SPp = Pp : PH.$$

Die Veränderung, welche die Schwankung in der mittlern Abweichung würket, ist also $PH = Pp \times \cos SPp$. Es ist aber $SPp = APS - APG$.

Diese Grösse $Pp \times \cos(APS - APG)$ muß beständig abgezogen werden, wenn man aus der mittlern Abweichung die wahre, und beständig addiret werden, wenn man aus der wahren die mittlere sucht, wobey man aber beobachten muß, daß man auch beständig die grade Aufsteigung des wahren Pols von der graden Aufsteigung des Sterns abziehen muß, um den Winkel SPp zu erhalten und daneben in Betrachtung ziehen, ob dieser Cosinus positiv oder negativ werde.

§. 533.

Die aus der Schwankung in die grade Aufsteigung des Sterns S verursachte Veränderung kann aus den Dreyecken EPS und EpS berechnet werden. Wenn man den Bogen pP verlängert, bis er ES schneidet, wie hier in K, so sind in den beyden Dreyecken KEP und KEp der Winkel bey K und die Seite KE beständig; in den andern beyden Dreyecken sind ebenfals der Winkel bey K und die Seite KS beständig, und man findet für jedes Dreyeck den Unterscheid

Digitized by Google

scheid der Winkel bey P und *p* aus den folgenden Differentialformuln

tang PE : cos APp = Pp : dP.
tang PS : sin SPg = Pp : dP.

dP bedeutet in beyden Fällen den Unterscheid der Winkel bey P und *p* in dem einen und andern Dreyecke.

§. 534.

Die erste Analogie hänget von der Schiefe der Ecliptik und der graden Aufsteigung des wahren Pols ab. So lange *p* in dem nach A hin gelegenen halben Schwankungscircul lieget, ist EPK > EpK, und daher APG < ApG. Daraus folget die Regel: Wenn die grade Aufsteigung des wahren Pols in den drey ersten und letzten Zeichen lieget, so muß das erste gefundene dP abgezogen werden, wenn man die wahre grade Aufsteigung sucht; und addiret werden, wenn die grade Aufsteigung des wahren Pols in den sechs übrigen Zeichen lieget. Auf einer entgegengesetzten Art wird es gebraucht, wenn man aus der wahren graden Aufsteigung die mittlere sucht.

§. 535.

Die zwote Analogie hängt von dem Complement der Abweichung des Sterns PS ab, und von dem Winkel KPS oder SPG ab. Hiebey findet man sogleich, daß GPS in den sechs ersten Zeichen kleiner als GpS sey, und grösser in den sechs letzten Zeichen. Für das dP in dem zweyten Dreyecke ergiebet sich daraus die Regel: Wenn der Unterscheid der graden Aufsteigung des Sterns und des wahren Pols unter 180° ist, so muß das gefundene zweyte dP abgezogen, und wenn der Unterscheid über 180° ausmacht,

Digitized by Google

addiret werden, wenn man aus der mittlern graden Aufsteigung die wahre sucht. Umgekehrt werden die Operationen angestellet, wenn man aus der wahren die mittlere sucht. Hiebey ist wiederum zu merken, daß man, um den erwähnten Unterscheid zu finden, allezeit die grade Aufsteigung des wahren Pols von der graden Aufsteigung des Sterns abziehen müsse, wie bereits erinnert worden.

Diese Regel ist nur so lange richtig als die Sterne eine nordliche Abweichung haben, indem die Schlüsse aus einer Figur gezogen sind, wo P den Nordpol vorstellet, und S eine gleichnahmigte Abweichung hatte. Für die südlichen Sterne muß die Regel umgekehrt werden, wenn man auf ihren Abstand vom Nordpole siehet.

§. 536.

Wenn man auf den Unterscheid der negativen und positiven Grössen bey den Sinus, Cosinus und Tangenten merket, so gebraucht man alle diese Regeln nicht, wenn man nur merket, daß dP beständig abgezogen werden muß, wenn man die wahre grade Aufsteigung aus der mittlern sucht, und beständig addiret werden, wenn die mittlere aus der wahren gesucht wird.

§. 437.

Aus den Winkeln PKE und pKE findet man vermittelst der trigonometrischen Differentialformuln den Unterscheid der Winkel KEP = SEP und KEp = SEp, welcher die Schwankung in die Länge bestimmt. Es ist $\sin PE : \cos AP p = Pp : dE$.

Durch dE verstehet man den Winkel PEp. Hier ist wiederum die mittlere Länge KEP kleiner in den drey ersten und letzten Zeichen der graden Aufsteigung des wahren Pols als die wahre Länge SEp. In

den

Digitized by Google

den 6 übrigen Zeichen, ist die mittlere Länge grösser als die wahre. Daraus folget wiederum, daß man die gefundene dE zu der wahren Länge hinzusetzen müsse in den 3 ersten und letzten Zeichen der graden Aufsteigung des wahren Pols, und von der wahren Länge abziehen in den 6 übrigen Zeichen, um die wahre Länge zu erhalten. Diese Verrichtungen müssen aber umgekehrt gebraucht werden, wenn aus der wahren Länge die mittlere gesucht wird. Der Unterscheid der positiven und negativen Grösse des Cosinus APp giebt solches auch von selbst an die Hand.

§. 538.

Endlich verändert diese Schwankung auch die Grösse des Bogens EP oder der Schiefe der Ecclíptik. Die Grösse dieser Veränderung kann wiederum aus Betrachtung der Dreyecke KPE und KpE nach den Differentialformuln berechnet werden

$$r : \sin APp = Pp : dEP.$$

In den 6 ersten Zeichen der graden Aufsteigung des wahren Pols, wird die gefundene Grösse zur mittlern Schiefe der Eccliptik addiret, um die wahre zu erhalten, in den 6 letzten Zeichen aber wird sie abgezogen, welches auch die Beschaffenheit des $\sin APp$ zu erkennen giebt. Wenn man aber aus der beobachteten Schiefe der Eccliptik die mittlere sucht, so muß dies Verfahren umgekehrt werden. Den Winkel APp findet man in allen Fällen, wenn man zu dem Knoten des Mondes im Aequator 90° addiret.

§. 539.

Diese periodische Bewegung der Erdaxe ist eine Folge der anziehenden Kraft des Mondes auf die

Digitized by Google

Erde, in so ferne sie eine gegen die Pole abgeflachte Figur hat, und des ungleichen Winkels, unter welchen der Aequator von der Mondbahn geschnitten wird. Sie würde nicht stat finden, wenn die Erde vollkommen kugelförmig wäre. Dies kann aber nur völlig in dem physicalischen Theile der Astronomie entwickelt werden. Man kann aber hieraus sehr wahrscheinlich schliessen, daß auch der Mond einer solchen Schwankung der Axe ausgesetzet seyn müsse, ob gleich die Beobachtungen noch nicht zureichen, sie zu erkennen.

§. 540.

Ausser der Erde sind noch die Planeten Saturn und Jupiter und vielleicht auch Venus mit Satelliten versehen. Die Jupitersmonde erkennet man schon durch mittelmäßige Sehröhre, und sie wurden auch bald nach Erfindung derselben entdecket. Galiläus war der erste, welcher es bekannt machte, daß er sie im Anfange des Jahres 1610 gefunden habe, und Simon Marius schrieb sich in einem besondern Tractate diese Entdeckung zu, und wollte sie 1609 gemacht haben. Wie es aber auch mit der ersten Entdeckung stehen mag, so wird man mit einem Sehrohre von 4 bis 5 Fuß nicht leicht verfehlen, 4 kleine Sterne mit des Jupiters Mittelpuncts beynahe in grader Linie so nahe neben diesen Planeten zu finden, daß man sie mit solchem Sehrohre alle zugleich sammt dem Jupiter fassen kann.

§. 541.

Daß diese telescopische Sterne keine Fixsterne sind, siehet man gleich, wenn man seine Beobachtung derselben nur ein wenig fortsetzet. Sie verändern geschwinde

schwinde ihre Lage gegen einander, gehen einander und den Hauptplaneten vorbey, und oft siehet man sie in ein paar Stunden an beyden Seiten des Planeten. Es sind daher Weltcörper, die eine eigene Bewegung haben, dieselbe unmittelbar um den Jupiter verrichten und durch denselben in seiner Bewegung um die Sonne fortgezogen werden.

§. 542.

Wenn man sich einen Begriff von der Bewegung dieser Weltcörper machen will, so muß man sie aus dem Mittelpuncte ihrer Bewegung betrachten, und daher aus den geocentrischen Beobachtungen ihre Lage in Ansehung des Mittelpuncts ihres Hauptplaneten zu schliessen suchen. Wir haben schon gesehen wie schwer es bey dem Monde war, alle beobachtete Ungleichheiten in Rechnung zu bringen. Hier würde die Sache noch schwerer seyn, da wir uns nicht in dem Mittelpuncte der Bewegung befinden. Die Beobachtung zeigen uns dieselben schon selbst in Bestimmung der Zeiten ihres Umlaufs, und die Theorie von der Schwere lehret, daß sie mehrern Ungleichheiten ausgesetzt seyn müssen, als der Mond selbst. Ich werde hier blos die Methoden zeigen, wie man aus der Beobachtung ihre Bewegung herleiten könne, und wie weit die Astronomen in diesen Untersuchungen gekommen sind.

§. 543.

Die Zeit ihres Umlaufs um den Hauptplaneten ist das erste, was man bey dieser Untersuchung zu wissen nöthig hat, und man findet dieselbe, wie bisher geschehen, aus den Beobachtungen der Zusammenkunft

Digitized by Google

menkunft mit dem Hauptplaneten. Man hat aber dabey noch besondere Vorsichtigkeiten anzuwenden, die hier entwickelt werden müssen.

Wenn man die Zeit eines Umlaufs aus jeder von der Erde gemachten Beobachtung der Zusammenkunft schliessen wollte, so würden diese Bestimmungen unvermeidlichen Ungleichheiten und Irrthümern ausgesetzt seyn. Es sey (Fig. 89) in S die Sonne der Mittelpunct für die Bahn der Erde, welche durch den kleinern Circul vorgestellet wird, und der Bahn eines Planeten, welcher der Mittelpunct für die Bahn eines Satelliten ist. Wenn nun von der Erde in R die Zusammenkunft eines Satelliten in S oder *s* beobachtet worden, und man erwartet wieder die Zeit dieser Erscheinung, so würde man aus diesen Beobachtungen der Zeit seines Umlaufs in Ansehung der Erde, die Zeit eines Umlaufs in Ansehung der Sonne und selbst eines periodischen Umlaufs finden, wenn die Erde und der Planet beyde während solcher Beobachtungen unverrückt stille gestanden wären. Denn er wäre immer in den Zwischenzeiten, zwischen den Beobachtungen seine ganze Bahn durchgelaufen.

§. 544.

So bald man aber annimmt, daß der Planet sich während der Zeit von I nach *i* beweget habe, so würde er um einen Bogen des Winkel IR*i* mehr als einen ganzen Circul in solcher Zeit zurückgeleget haben, und so viel als er Zeit gebraucht, sich durch einen Bogen von solcher Grösse zu bewegen, würde diese Zwischenzeit grösser seyn als der periodische Umlauf. Mit der Sonne würde der Satellite schon in *s* in Zusam-

Digitized by Google

sammenkunft stehen, und also um die Zeit, welche er gebraucht durch sT zu laufen, früher, als er mit der Erde in Zusammenkunft kommt.

§. 545.

Da die geocentrischen Bewegungen der Planeten sehr grossen Ungleichheiten unterworfen sind, so gar daß sie bald rechtgängig, bald stillstehend und bald rückgängig scheinen, so kann der Winkel IRT nicht allezeit gleich seyn, und die Zeiten zwischen den geocentrischen Zusammenkünften der Satelliten müssen sehr ungleich seyn. Hiezu kommt noch, daß die Erde selbst in Bewegung ist, und sich bald mit den Satelliten in entgegengesetzten bald in gleicher Richtung beweget, wodurch die Zeit eines solchen Umlaufs des Satelliten bald grösser bald kleiner werden muß. Hieraus folget, daß man bey diesen Beobachtungen eine geschickte Wahl anstellen muß, wenn man daraus mit Sicherheit schliessen will.

§. 546.

Man kann indessen dies Verfahren zuerst gebrauchen, und aus den ohne Wahl beobachteten geocentrischen Zusammenkünften die Zeit beyläufig bestimmen, welche der Satellite gebraucht, seinen Umlauf in Ansehung der Erde zu vollenden. Diese Zeit ist von einem synodischen Umlaufe nicht so sehr unterschieden, daß man die Zahl derselben für eine geraume Zeit verfehlen könnte. Wenn man hiemit so weit gekommen, so erwähle man zwo Beobachtungen von ihrer Zusammenkunft, die nahe im Gegenschein des Planeten mit der Sonne gemacht sind. Die Zwischenzeit durch die Zahl der Umläufe dividirt giebt

giebt die Zeit eines synodischen Umlaufes so genau, daß man damit aus Beobachtungen, welche der Zeit nach sehr weit von einander entfernet sind, diese Bestimmung zu grösserer Genauigkeit bringen kann.

§. 547.

Das bisher beschriebene Verfahren ist allgemein und lässet sich bey den Trabanten der obern Planeten überhaupt anwenden. Für die Jupiterstrabanten giebt es noch eine besondere Erscheinung, woraus die Zeit eines synodischen Umlaufs geschlossen werden kann.

Diese Trabanten verschwinden oft bey heiterem Himmel, ohne daß sie mit dem Jupiter in Zusammenkunft stehen. Aus dem Orte, wo sie neben dem Jupiter verschwinden, welcher allemahl die grade Linie von der Sonne zum Jupiter ist, muste man schliessen, daß sie in den Schatten des Jupiters kamen, und dadurch ihr Licht verlohren. Aus der Dauer dieser Finsternisse konnte man die Zeit bestimmen, da sie eben, aus der Sonne gesehen, in Zusammenkunft gewesen seyn musten, und diese Beobachtungen sind daher ungemein geschickt, die Zeit ihrer synodischen Umläufe auszumachen.

§. 548.

In der Zeit eines solchen Umlaufes ist Jupiter selbst in seiner Bahn nach eben der Richtung fortgegangen, nach welcher die Trabanten sich um ihn bewegen. Da nun diese Bewegung einen Einfluß auf die Zeit eines synodischen Umlaufs hat, wie wir bey dem Monde gesehen haben, so werden die Zeiten sich nicht gleich seyn können, da Jupiter sich in seiner

Digitized by Google

ner Bahn bald geschwinder, bald langsamer beweget. Um also diese Zeit so genau als möglich zu bestimmen, muß man auch hier solche Beobachtungen nehmen, die der Zeit nach weit entfernet sind. Mit dieser gebrauchten Vorsichtigkeit findet man die Zeit des synodischen Umlaufs

für den ersten Trabanten	1 T.	18 St.	28 M.	36 Sec.
für den zweeten	3	13	17	54
für den dritten	7	3	59	36
für den vierten	16	18	5	7

§. 549.

Bey dem synodischen Umlaufe muß der Trabant nicht allein seine ganze Bahn zurückgeleget haben, sondern überdem noch einen Bogen der so viele Grade enthält, als Jupiter in seiner Bahn während solcher Zeit zurückgeleget hat, und welche man aus den angeführten Zeiten und der mittlern Bewegung Jupiters für jeden Trabanten berechnen kann. Da sich nun die Räume wie die Zeiten verhalten, so kann man sagen, daß die Summe von 360° und dem Bogen, um welchen Jupiter während eines synodischen Umlaufs fortgerückt ist, sich zu 360° verhalten, wie die Zeit eines synodischen Umlaufs zur Zeit eines periodischen. Und hiernach findet man die Zeit eines periodischen Umlaufs

für den ersten	1 T.	18 St.	27 M.	33 Sec.
für den zweeten	3	13	13	42
für den dritten	7	3	42	33
für den vierten	16	16	32	8

§. 550.

Digitized by Google

§. 550.

Mit dieser Bestimmung konnte man gleichwohl nicht allezeit auskommen. Man muste auf alle vier Trabanten noch gewisse Aequationen anwenden, die

für den ersten 3′ 30″
für den zweeten 16′ 30″
für den dritten 8′
für den vierten 1 St. 3′

betrugen. Man hatte diese Zahlen aus der Vergleichung einer grossen Menge Beobachtungen gefunden, ihre Anwendung brachte die Rechnung mit der Beobachtung näher zusammen. Ohne Zweifel sind diese Aequationen nichts als Folgen der Ungleichheiten, die von der Veränderung der Eccentricität ihrer Bahnen, und überhaupt von den Würkungen der Sonne und der Planeten auf die Trabanten und von ihren Würkungen auf einander abhangen, wie wir solches bey dem Monde gefunden haben. Und sie können nur dann erst begriffen werden, wenn diese Würkungen bestimmt sind.

§. 551.

Nachdem man hiemit so weit gekommen war, daß man die Finsternisse vorhersagen konnte, so fand man, daß sie nahe bey der Zusammenkunft Jupiters mit der Sonne später anfiengen und sich später endigten, als es nach der Rechnung seyn sollte, und daß im Gegenscheine Jupiters grade das Gegentheil erfolgte. Da sich dies beständig zutrug, Jupiter mogte in seiner Bahn stehen, wo er wollte, und da der Unterscheid fast beständig einerley war, so muste man auf eine von der Bahn Juditers und der Bewegung der Trabanten unabhängigen Ursache denken. Und

dabey

Digitized by Google

dabey ward die grosse Erfindung von der Geschwindigkeit der Bewegung des Lichtstrahls gemacht, welche bald darauf durch die Abirrung der Fixsterne bestätiget ward. Da der Weg von den Trabanten zur Erde in dem Gegenscheine Jupiters mit der Sonne um den ganzen Durchmesser der Erdbahn näher ist als in seiner Zusammenkunft, so verschwindet in dem ersten Falle der letzte Lichtstrahl vor der Finsterniß so viel früher, und der erste nach der Finsterniß erscheinet ebenfals so viel früher, als im letztern, als der Lichtstrahl Zeit gebraucht sich durch den ganzen Durchmesser der Erdbahn zu bewegen. Man schloß auch eben aus diesen Beobachtungen, daß er dazu 16′ 14″ Zeit gebrauche.

Wenn man daher aus diesen Finsternissen die synodischen Umläufe der Trabanten schliessen will, so wird es zu desto grösserer Genauigkeit gereichen, wenn man auch solche Beobachtungen zu vergleichen erwählet, in welchen Jupiter mit der Sonne in einerley Aspect gefunden werden.

§. 552.

Diese Finsternisse der Jupiters Trabanten können auch selbst zur Bestimmung der Bahn Jupiters und der dabey vorkommenden Umstände dienen. Es sey (Fig. 90) die Sonne in S, und ihr Halbmesser sey SD; in I sey Jupiter, dessen Halbmesser IP ist. Da SD > IP ist, so wirft der Planet einen conischen Schatten hinter sich, dessen Grundfläche der gröste Circul des Jupiters ist, und dessen Scheitelpunct in A lieget, so daß

$$SD - IP : IP = SI : IA.$$

Nachdem man die Linie IA ihrer Länge nach kennet,

Digitized by Google

so kann man auch für jede andere bekannte Entfernung von I, z. E. IU den Halbmesser des Schatten finden. Man hat immer die Verhältnisse

IA : IA − IU = IP : UM.

Eben so findet man auch aus diesem Verhältnisse aus den bekannten Halbmesser des Schattens UM die Grösse IU. Es ist

IP : IP − UM = IA : IU.

§. 553.

Wenn man einmahl die Zeit eines periodischen Umlaufes des Trabanten weiß, so kann man aus der beobachteten Dauer seiner längsten Verfinsterung, seinen Abstand von dem Hauptplaneten, und umgekehrt, wenn sein Abstand bekannt ist, die Dauer seiner grösten Finsterniß finden.

§. 554.

Man darf diese Beobachtungen von der Dauer der Finsternisse nur ein wenig fortsetzen, so findet man, daß sie für eben denselben Trabanten zu verschiedenen Zeiten verschieden ist. Dieser Unterscheid gehet bey dem dritten Trabanten auf eine ganze Stunde, und der vierte wird zuweilen verschiedene Umläufe hinter einander verfinstert, und zuweilen in vielen Umläufen überall nicht. Da also der Weg durch den Schatten des Planeten nicht allemahl gleich lang ist, so muß man daraus schliessen, daß die Bahnen der Trabanten nicht in einer Fläche mit der Bahn Jupiters liegen, sondern eine Neigung gegen dieselbe haben.

§. 555.

Man stelle sich vor (Fig. 91) die in der Figur gezogene Circul seyn der Durchschnitt des Schatten Ju-

Digitized by Google

Jupiters in der Entfernung des Trabanten von demselben, so werden die Mittelpuncte N, D, C, in der Bahn Jupiters liegen, weil sie allenthalben, wo auch Jupiter in seiner Bahn stehen mag, in der graden Linie liegen, welche die Mittelpuncte der Sonne und des Planeten verbindet, und man kann auch diese Circul von gleicher Grösse annehmen, wenn man auf den verschiedenen Abstand Jupiters von der Sonne, und des Trabanten vom Jupiter nicht siehet. Wenn nun die Bahn des Trabanten in der Fläche Jupiters lieget, so wird derselbe, so oft er durch den Schatten gehet, durch den Durchmesser VM dieser Circul gehen, und wenn die Geschwindigkeit seiner Bewegung allenthalben gleich ist, so wird eine Finsterniß so groß seyn als die andere, Jupiter mag in seiner Bahn stehen, und der Trabant in der seinigen, wo sie wollen. Wenn aber bey den gemachten Voraussetzungen die Dauer verschiedener Finsternisse nicht gleich ist, so kann er nicht allezeit durch den Durchmesser des Schattenschnittes gegangen seyn, und die Bahn des Trabanten kann nicht in der Fläche der Bahn des Planeten liegen.

§. 556.

Indessen muß die Bahn des Planeten doch von der Bahn des Trabanten geschnitten werden, weil beyde Flächen ein gemeinschaftliches Punct haben. Es sey also N der Knoten der Bahn des Trabanten, und *Ndc* ein Theil seiner Bahn, so wird der Trabant, wenn die Finsterniß eben im Knoten geschiehet, durch den Durchmesser des Schattenschnittes gehen. Je weiter er sich vom Knoten entfernet, desto kleiner wird die Sehne, durch welche er gehet;

Digitized by Google

in *d* durch *mv*, und in *c* durch *mv*, und wenn der Winkel DN*d* groß genug ist, wird sich in gewissem Abstande vom Knoten gar keine Finsterniß zutragen können. Wenn man aber nur zwo Finsternisse, eine im Knoten und eine andere in einem gewissen bekannten Abstande von demselben beobachtet hat, so findet man daraus die Neigung der Bahn des Trabanten gegen diejenige des Planeten oder den Winkel bey N.

§. 557.

Es sey (Fig. 92) die Sonne in S; ACE, ein Theil der Bahn Jupiters, SA die Knotenlinie der Bahn Jupiters und des Trabanten. Der Planet stehe zuerst in A und BQP sey die Bahn des Trabanten, so daß B einer seiner Knoten ist. Wenn der Trabant sich von A wegbeweget nach Q, so entfernet er sich von der Fläche der Bahn Jupiters, bis er in P 90° von dem Knoten entfernet ist, dann nähert er dem zweeten Knoten und zugleich der Bahn Jupiters wieder, bis er nach seinem Durchgange durch den zweeten Knoten sich von solcher Bahn wieder, wie vorher, entfernet. Wenn man nun von P eine Linie PD senkrecht auf die Fläche der Bahn Jupiters hinabläſſet, und von P und D die Linien PA und DA nach des Jupiters Mittelpunct A ziehet, so ist PAD der Neigungswinkel beyder Bahnen, und es ist

$$PA : PD = r : \sin PAD.$$

§. 558.

Wenn man aus jedem andern Puncte Q der Bahn des Trabanten eine senkrechte Linie QR auf die Bahn Jupiters ziehet, und von Q und R die Linien Qs, Rs senk-

Digitized by Google

senkrecht auf SB, so ist auch hier QsR der Neigungswinkel und

$$Qs : Rs = r : \sin PAD.$$

Hieraus schliesset man das Verhältniß

$$PD : QR = PA : QS = DA : RS.$$

Nun ist ferner

$$DA : RS = r : \sin BAR$$

mithin auch

$$PD : QR = r : \sin BAR.$$

§. 559.

Wenn man nun von Q und R nach A den Mittelpunct Jupiters die graden Linien QA und RA ziehet, so sind die Winkel PAD und QAR die Jovicentrischen Breiten des Trabanten in den Puncten P und Q seiner Bahn. Es ist aber

$$\sin PAD : \sin QAR = PD : QR$$

und wenn diese mit der vorigen Verhältnisse zusammengesetzt wird, so findet man

$$\sin PAD : \sin QAR = \sin BAP : \sin BAR.$$

das ist, die Sinus der Jovicentischen Breiten verhalten sich wie die Sinus der Abstände des Trabanten vom Knoten.

§. 560.

Man siehet hieraus ferner, wenn der Trabant in einem Puncte seiner Bahn R verfinstert werden soll, daß solches nicht anders geschehen könne, als wenn Jupiter in C stehet, so daß der Winkel ASC = BAR, das ist, wenn der heliocentrische Abstand Jupiters vom Knoten des Trabanten dem Jovicentrischen Abstande des Trabanten von demselben gleich ist. Wenn also blos von solchen Jovicentrischen Breiten die Rede ist, welche ein Trabant in seinen Finsternissen hat,

Digitized by Google

so kann man auch sagen, daß die Sinus solcher Jovicentrischen Breiten sich verhalten, wie die Sinus der Abstände Jupiters vom Knoten des Trabanten.

§. 561.

Wenn in der Proportion §. 559 PAD der Neigungswinkel ist, und N genannt wird, so ist BAP $= r$, und man erhält, wenn stat BAR der Winkel ASC gesetzt wird

$$r : \sin ASC = \sin N : \sin QAR.$$

Folglich ist

$$\sin QAR = \sin N \times \sin ASC.$$

Man kann auch stat der Jovicentrischen Neigung PAD, die wir N genannt haben, die heliocentrische PSD in die vorige Proportion einführen. Es ist

$$SP : PD = r : \sin PSD$$
$$AP : PD = r : \sin PAD$$

Daraus folget

$$SP : AP = \sin PAD : \sin PSD.$$

Wenn man nun $SP = 1$, $AP = S$ und $PAD = N$ setzet, so erhält man den Sinus der heliocentrischen Neigung der Bahn des Trabanten $= S \times \sin N$.

§. 562.

Auf eben die Art findet man auch den Sinus einer jeden andern heliocentrischen Breite QR.

$$SQ : AQ = \sin QAR : \sin QSR.$$

Da wir in dem vorhergehenden $\sin QAR = \sin N \times \sin ASC$ gefunden haben, so wird, wenn man $SQ = 1$, und $AQ = S$ setzet

$$\sin QSR = S \times \sin N \times \sin ASC.$$

Und dieser Ausdruck giebt die heliocentrische Breite im Gegenschein an.

§. 563.

Digitized by Google

§. 563.

Wenn man nun auf die Fig. 91 zurücksiehet, so wird man leicht gewahr, daß C*c*, D*d*, nichts anders als die Sinus der heliocentrischen Abstände des Trabanten von der Fläche der Jupiters Bahn in den Puncten *c* und *d* sind, welche ich ihre heliocentrische Breiten genannt habe. Diese Linien sind also $= S \times \sin N \times \sin ASC$. Sie sind aber auch $= \sqrt{DM^2 - dm^2}$ oder für das Punct *c*, $\sqrt{CM^2 - cm^2}$. Man erhält also dadurch die Gleichung $\sqrt{DM^2 - dm^2} = S \times \sin N \times \sin A$, wenn man A den Abstand des Trabanten vom Knoten, oder für die Finsterniſſe den Abstand Jupiters vom Knoten nennet. Und aus dieser Gleichung läſſet sich eine Gröſſe bestimmen, wenn die übrigen bekannt sind.

§. 564.

Wenn man die Dauer der Finsterniſſe genau beobachten könnte, so fände man daraus DM und *dm*. Ersteres aus der Beobachtung der Finsterniß, die sich im Knoten zuträgt, oder auch aus der Beobachtung der Dauer derjenigen Finsterniß eines Trabanten, die am längsten gedauert hat. Diese ist nämlich im Knoten oder doch in einem demselben nahe gelegenen Puncte geschehen. Man findet daraus auch die Lage des Knoten und den Halbmesser der Bahn des Trabanten S. Letzteres nämlich *dm* findet man aus der Dauer der Finsterniß in dem Puncte *d*, und aus der Lage des Knoten und des Puncts *d* wird der Winkel N bekannt, und man findet daher aus der angeführten Gleichung den Winkel N oder die Neigung der Bahn des Trabanten gegen die Bahn Jupiters. Allein diese Beobachtungen der Dauer

Digitized by Google

einer solchen Finsterniß sind Schwürigkeiten unterworfen, die sich nicht wohl heben lassen.

§. 565.

Um sich hievon überzeugen zu können, setze man (Fig. 90) in S sey die Sonne und ihr Halbmesser SD, in I der Jupiter und sein Halbmesser IP, man ziehe die Linien DR und FQ, welche die Sonne und den Planeten berühren. Wenn nun ein Trabant sich nach der Richtung BC beweget, und in B anlanget, so fängt er an sein Licht zu verliehren, und je weiter er gegen E fortgehet, desto kleiner wird der Theil der Sonne, von welchem er Strahlen empfängt, bis endlich in E gar keine weiter auf ihn fallen. Eben dies geschiehet in seinem ganzen Wege von E nach M. In M empfängt er den ersten Strahl der Sonne wieder, und so wie er sich gegen C fortbeweget, wird der Theil der Sonne, von welchem er Licht empfänget nach und nach grösser, bis er in C von der ganzen Sonne wieder erleuchtet wird.

§. 566.

EM ist der Durchmesser des Schatten, welcher in unsern vorigen Betrachtungen zum Grunde liegt, und welcher aus der Dauer der Finsterniß geschlossen werden soll. Man siehet aber wohl, daß der Trabant uns ehe verschwindet, als er in E anlanget, und daß wir ihn auch nicht gleich wieder erblicken, wenn er in M stehet. Auf dem Wege von B nach E, und von M nach C, auf welchen ihm ein Theil der Sonne bedeckt ist, und daher der **Halbschatten** genannt wird, verschwindet und erscheinet er. Die beobachtete Dauer der Finsterniß ist daher allezeit länger,

als

Digitized by Google

als die Zeit, da der Trabant durch EM gehet, allein sie kann nicht wohl bestimmt werden, weil vieles dabey auf die Stärke des Gesichts und Güte des gebrauchten Sehrohrs ankömmt.

§. 567.

Es ist noch eine andere Ursache vorhanden, welche macht, daß das Licht des Trabanten bey seinem Eintritt in den Schatten nur nach und nach abnimmt, und eben so bey seinem Austritte aus demselben allmählig zunimmt. Der Durchmesser des Trabanten ist selbst von einiger Grösse, und der Trabant gebraucht daher einige Zeit, ehe er ganz in dem Schatten geräth, der ihn dem Auge entziehen kann.

Diese bey dieser Beobachtung vorkommende Umstände verhindern, daß man aus ihr diejenigen Vortheile nicht ziehen kann, welche man sonst nach den angeführten Gründen von ihr zu erwarten hätte. Indessen dienen sie immer dazu, die Zeit der Zusammenkunft des Trabanten aus der Sonne gesehen, zu finden. Da er unter einerley Umständen gleich weit von B verschwindet und von C wieder erscheinet, so giebt das Mittel der Dauer immer die Zeit, da er in U in der Zusammenkunft gestanden.

§. 568.

Ob man nun gleich nicht alle vorhin gedachte Vortheile aus den Beobachtungen der Dauer der Finsternisse für die Astronomie mit Sicherheit ziehen kann, so ist der eben angeführte dennoch wichtig genug, daß man diese Erscheinungen mit Fleisse beobachtet. Die Lage der Knoten kann man überdem noch immer aus diesen Beobachtungen finden, wenn

Digitized by Google

man für die Zeit, da man die längste Dauer dieser Finsterniſſe beobachtet hat, den heliocentriſchen Ort des Planeten ſuchet. Noch genauer findet man ſie, wenn man vor und nach der Finſterniß in ſeinem Knoten zwo Finſterniſſe von gleich langer Dauer beobachtet hat. Wenn man für beyde Zeiten der Zuſammenkunft den heliocentriſchen Ort des Planeten ſucht, ſo giebt das Mittel dieſer beyden Längen den heliocentriſchen Ort des Knoten.

§. 569.

In der Geographie ſind dieſe Beobachtungen ebenfals von dem gröſten Nutzen zur Erfindung des Unterſcheides der Mittagskreiſe, und man muß geſtehen, daß die Vollkommenheit, zu welcher dieſe Wiſſenſchaft gegenwärtig geſtiegen iſt, vorzüglich davon abhänget. Wenn eine ſolche Beobachtung an zween unterſchiedenen Orten von dem Verſchwinden eines Satelliten gemacht wird, und die Tageszeit genau bemerket wird, ſo giebt der Unterſcheid der Stunden, die an dem einen und andern Orte gezählet worden, den Unterſcheid der Mittagskreiſe in Zeittheilen, welche nach der im Anfange gegebenen Anweiſung in Circultheile verwandelt werden kann, wodurch der Unterſcheid der Mittagskreiſe auch in ſolchen Theilen erhalten wird.

Es wird hiebey vorausgeſetzt, daß beyde Beobachter dieſe Erſcheinung in gleichem Zeitpuncte ſehen. Dieſe Vorausſetzung findet nicht völlig ſtat, wo ſie nicht gleich vollkommene Sehröhre und gleiche Geſichtsſchärfe haben. Was man deswegen dabey für Vorſichtigkeiten anzuwenden habe, hat der Ehrw. Pater Hell in ſeinen Ephemeriden vollſtändig ausgeführet.

§. 570.

Digitized by Google

§. 570.

Aus diesen Beobachtungen der Finsterniſſe, bey welchen man die längſte Dauer gefunden, hat man die Halbmeſſer des Schattenſchnittes geſchloſſen.

für den erſten Trabanten	9°	36′	19″
für den zweeten =	6	1	33
für den dritten =	3	45	42
für den vierten =	2	8	2

und die Lage der Knoten für das Jahr 1750

für den erſten	10 Z.	14°	30′
für den zweeten	10	11	48
für den dritten	10	16	3
für den vierten	10	16	6

Caßini hielte ehedem dafür, daß die Lage dieſer Knoten unveränderlich und für alle Trabanten einerley ſey. Von dem letztern haben die Beobachtungen das Gegentheil gezeiget. In Anſehung der erſtern hat man bereits für den zweeten eine jährliche Bewegung der Knoten von 5′ 30″ gefunden, und für die übrigen iſt dieſe Bewegung aus der Theorie höchſt wahrſcheinlich, ob ſie gleich noch nicht durch Beobachtung aus gemacht worden.

§. 571.

Da man den weiteſten Abſtand eines jeden Trabanten von dem Mittelpuncte des Hauptplaneten meſſen kann, ſo erhält man dadurch den Halbmeſſer ſeiner Bahn. Man hat dieſelben gefunden

für den erſten Trabanten	1′	42″
für den zweeten =	2	48
für den dritten =	4	27
für den vierten =	7	51

Digitized by Google

oder wenn man den Halbmesser Jupiters zur Einheit annehmen will 5,67; 9; 14,38; 25,3.

Hieraus hat man nach der angeführten Gleichung die Neigung ihrer Bahnen berechnet

für den ersten	3°	18′
für den zweeten	3	8
für den dritten	3	18
für den vierten	2	36

§. 572.

Aus den Beobachtungen der Dauer der Finsternisse, welche in gleichem Abstande von den Knoten in weit von einander entfernten Zeiten gemacht sind, findet man, daß dieselben sehr weit von einander abgehen, und man muß daraus schliessen, daß die Neigung der Bahnen dieser Trabanten gegen die Bahn des Planeten veränderlich sey.

Bey dem zweeten Trabanten findet man dieselbe 90° vom Knoten zuweilen 1 St. 6′ 30″ zuweilen 1 St. 18′, welches die Neigung seiner Bahn von 2° 29′ zu 3° 48′ verändert. Diese Veränderung ist periodisch in einer Zeit von 31 Jahren.

Die Neigung des dritten Trabanten war im vorigen Jahrhunderte nach den Beobachtungen 3°. Im Anfange des gegenwärtigen fand man sie 3° 18′ Gegenwärtig ist sie 3° 28′, ohne daß man sagen kann, wie weit diese Veränderung gehen werde.

Die Bahn des erstern Trabanten scheinet bisher eine bestimmte unveränderliche Neigung zu haben, und eben so stimmet die angegebene Neigung des vierten mit den Beobachtungen der Finsternisse, welche

Digitized by Google

che aber 55° vom Knoten aufhören, noch ziemlich überein.

§. 573.

Dies ist es alles, was sich bisher mit Gewißheit bestimmen lässet. Nach der Analogie muß man annehmen, daß ihre Bahnen Ellipsen sind, in deren einem Brennpuncte sich der Planet befindet. Herr Bailly hat angefangen eben die Theorie auf diese Weltcörper anzuwenden, welche mit so vielem Erfolge bey der Bewegung des Mondes gebraucht worden, und man darf nicht zweifeln, daß hiedurch dieser Theil der Astronomie ungemein verbessert werde. Die besten Tafeln, welche wir bisher zur Berechnung dieser Weltcörper haben, hat der Ritter Wargentin geliefert, und Delalande hat sie mit den Verbesserungen des Verfassers aufs neue herausgegeben 1759.

§. 574.

Ich habe schon angeführet, daß man diese Weltcörper nur mit Sehröhren wahrnimmt. Ein gewöhnliches Sehrohr von einem Fuß muß sehr vollkommen seyn, wenn man sie dadurch erkennen will. Ich habe nur ein einziges gefunden, was diese Würkung leistete, und auch dadurch sahe ich nur zween deutlich. Lieberkühn soll sie alle mit blossen Augen gesehen haben. Zu den Beobachtungen der Finsterniſſe bedienet man sich 15 bis 18 Fuß lange Sehröhre oder Telescope von 24 bis 30 Zoll Focaldistanz. Sie bleiben aber noch immer zu klein, um ihre Durchmesser vermittelst der Micrometer messen zu können. Alles, was man in dieser Absicht bisher unternehmen können, ist die Beobachtung der Zeit, welche der Trabant gebraucht, sich ganz in den Schat-

Digitized by Google

Schatten oder den Jupiter selbst zu senken. Wenn man aus der Zeit zwischen den Anfang der Verminderung seines Lichts und der gänzlichen Verschwindung nach der bekannten Geschwindigkeit in der Bewegung des Trabanten den Bogen berechnet, welchen er in der beobachteten Zeit durchgelaufen seyn muß, so erhält man die scheinbare Grösse seines Durchmessers, aus dem Jupiter gesehen, und aus dem bekannten Abstande des Trabanten von dem Jupiter, und Jupiters von der Sonne findet man die scheinbare Grösse seines Durchmessers aus der Sonne.

§. 575.

Wenn man die Verminderung des Lichts an dem Trabanten gewahr wird, so muß schon ein Theil des Trabanten in den Schatten getreten seyn, der ihn unsern Augen entziehet, und wenn er uns ganz verschwindet, so ist er noch nicht völlig in der erwähnten Gegend des Schatten. Aus diesem Grunde kann auch diese Beobachtung nicht zuverläßig seyn.

§. 576.

Wenn man in der untern Zusammenkunft des Trabanten mit dem Hauptplaneten die Zeit genau bemerket, welche der Trabant gebraucht, durch den Rand Jupiters zu gehen, und dieselbe mit der Zeit des ganzen Vorüberganges vergleicht, welche ebenmäßig beobachtet wird, so findet man das Verhältniß des scheinbaren Durchmessers des Trabanten zu der scheinbaren Grösse der Sehne, in welcher er über den Planeten gegangen. Wenn diese Sehne der Durchmesser selbst ist, oder wenn man ihren Abstand vom Mittelpuncte des Planeten bestimmen kann, so gelan-

Digitized by Google

gelanget man dadurch zur Vergleichung der scheinbaren Grösse des Durchmessers Jupiters und des Trabanten. Die Zeit, welche der Trabant gebraucht über den Rand Jupiters zu kommen, verhält sich zu der Zeit seines ganzen Vorüberganges über den Jupiter, wie die scheinbare Grösse des Durchmessers des Trabanten zur scheinbaren Grösse des Durchmessers Jupiters.

§. 577.

Caßini machte hierüber im Jahr 1695 Beobachtungen, und nach denselben fand er

	Durchgang durch den Rand	ganzer Vorübergang
Erster Trabant	7′	2 St. 27′
zweyter =	9′40″	3 4 20″
dritter =	12′6″	3 43 38″
vierter =	15′	5

Daraus folget das Verhältniß des Durchmessers der Trabanten zum Durchmesser Jupiters

für den ersten	1 : 21
für den zweeten	1 : 19,04
für den dritten	1 : 18,46
für den vierten	1 : 20

Ihr Durchmesser ist also ungefähr halb so groß als der Durchmesser der Erde.

§. 578.

Wenn man den Gang der Trabanten über den Jupiter beobachtet, so siehet man mit guten Sehröhren ihren Schatten auf denselben, und zuweilen, wenn

Digitized by Google

wenn die Sonne die dazu dienliche Lage hat, in dem Schatten den Trabanten selbst. Man sucht ihn aber zu andern Zeiten mit eben dem Sehrohre vergeblich, wenn auch die Sonne die Lage hat, daß der geocentrische Ort des Trabanten mit dem Orte des Schatten auf dem Jupiter zusammenfällt. Man muß hieraus schliessen, daß der Trabant nicht allemahl gleich viel Licht zurückschicke. In der That haben sie in einerley Entfernung bey gleich heiterm Himmel zuweilen ein stärkeres Licht, als zu andern Zeiten. Man kann diese Erscheinung erklären, wenn man annimmt, daß der Trabant sich um seine Axe drehe, und daß nicht alle Theile seiner Oberfläche gleich geschickt sind, das empfangene Licht zurück zu schicken. Hierin liegt auch vermuthlich die Ursache, warum er zuweilen mehr und zuweilen weniger Zeit gebraucht, sich in den Schatten zu senken.

§. 579.

Es ist schwer aus dem blossen Anschauen diese Trabanten von einander zu unterscheiden. Gemeiniglich übertrift der dritte alle übrige an Klarheit, aber bey den übrigen ist dieser Unterscheid nicht merklich. Man muß sie also aus der Lage erkennen, welche sie gegen den Jupiter haben müssen. Es würde zu weitläuftig seyn, dieselbe so oft zu berechnen, als man es bey den Beobachtungen zu wissen nöthig hat, und man bedienet sich daher gerne eine Maschine, welche Jovilabium genannt wird, und wodurch man ohne Mühe die Lage der Trabanten gegen einander beyläufig findet, und das ist genug sie von einander zu unterscheiden. Weidler hat dies Instrument in einem besondern Tractate 1727 beschrieben, und man findet

findet eben diese Beschreibung in Delalandens Astronomie wie auch in dessen expoſition du calcul Aſtronomique.

§. 580.

Saturns Trabanten sind wegen ihrer ungemein grossen Entfernung so schwer zu sehen, daß man dazu ungemein grosse Sehröhre gebrauchen muß. Den ersten und zweeten erkennet man kaum mit einem Sehrohr von 40 bis 50 Fuß, den vierten, welcher der klärste ist, siehet man schon mit einem guten Sehrohr von 12 bis 15 Fuß. Der dritte und fünfte sind kleiner als der vierte, und gröſſer als die beyden ersten. Huighen entdeckte den vierten 1655; Caßini den fünften 1671; den dritten 1672, und die beyden übrigen 1684. Man zweifelte noch lange in Engelland an der Würklichkeit dieser Weltcörper, bis endlich Pound mit einem Sehrohr von 123 Fuß dieselbe bestätigt fand. Der Ritter Wargentin will sie alle mit einem Dollondschen Sehrohr von 10 Fuß gesehen haben, nach einer Nachricht vom Delalande.

§. 581.

Man hat bey diesen Trabanten nicht die Bequemlichkeit aus der Beobachtung ihrer Finsterniſſe ihren synodischen Umlauf schlieſſen zu können, und deswegen muß man sich der im vorigen beschriebenen allgemeinen Methode bedienen. Die synodischen Umläufe dieser Trabanten sind

1 T.	21 St.	18′	27″
2	17	44	22
4	12	25	12
15	22	34	38
79	7	47	

Digitized by Google

Man kann hieraus ihre periodischen Umläufe nach der bey den Jupiters Trabanten gebrauchten Methode finden.

§. 582.

Die Halbmesser ihrer Bahnen hat man durch eine Vergleichung ihres weitesten Abstandes mit dem Halbmesser Jupiters oder seines Ringes zu bestimmen gesucht, und gefunden

aus der ersten Vergleichung	aus der zwoten
4,89	2,097
6,27	2,686
8,75	3,752
20,29	8,698
59,15	25,348

§. 583.

Alle diese Bestimmungen sind ohne Zweifel mehr nach dem Augenmaasse gemacht, als daß man sie mit Instrumenten gemessen hätte. Die Länge der Sehröhre, mit welchen diese Trabanten beobachtet werden müssen, verstatteten bisher nicht, daß man dergleichen Zurichtungen anbringen konnte, welche zu solchen Messungen dienlich sind.

§. 584.

Die vier ersten Trabanten bewegen sich in der Fläche des Ringes Saturns, und haben daher mit ihm einerley Lage der Knoten 5 ☊. 19°. 48′ 30″ aus dem Mittelpuncte Saturns gerechnet, imgleichen einerley Neigung gegen Saturns Bahn, nämlich 30°.

Digitized by Google

Der fünfte weichet in seiner Bahn von der Fläche des Ringes ab, und schneidet dieselbe unter einem Winkel von 15°. Die Länge seines Knoten setzen Cassini und Monnier 5 Z. 5° in der Eccliptik. Cassini hat für diese Trabanten Tafeln berechnet, welche dienen können, ihre Lage beyläufig zu berechnen.

§. 585.

Für diejenigen Trabanten, deren Knotenlinie man nicht aus Beobachtung der Finsterniſſe bestimmen kann, ist folgende Methode brauchbar, wenn die Neigung der Bahn des Trabanten gegen die Bahn des Hauptplaneten bekannt ist.

Es sey Fig. 93 OR ein Theil von der Bahn Jupiters, TS ein Theil der Eccliptik, und TN ein Theil von der Fläche der Bahn des Trabanten, welche die Bahn des Planeten in N schneidet, so ist TNP die Neigung der Bahn des Trabanten gegen die Bahn Jupiters, welche bekannt ist, und die Länge des Puncts N aus dem Mittelpuncte Jupiters gerechnet, der gesuchte Ort des Knoten. Wenn man auf die Bewegung der Trabanten seine Aufmerksamkeit richtet, so wird man finden, daß ihre Bahnen bald wie Ellipsen und zuweilen wie eine grade Linie erscheinen. Im letztern Fall stehet die Erde in dem Durchschnitte ihrer Bahn mit der Fläche der Bahn mit des Trabanten in T. Wenn man für diesen Zeitpunct die geocentrische Länge Saturns sucht, so erhält man das Punct, welches dem Punct P, wo die aus T auf die Bahn des Planeten herabgelassene senkrechte Linie TP diese Bahn schneidet. Man darf also nur zu der gefundenen geocentrischen Länge des Planeten 6 Z. hinzusetzen um die Länge des Puncts P, aus dem

Digitized by Google

Planeten gesehen, zu erhalten. Die Linie PT ist der geocentrischen Breite des Planeten gleich, indem jeder in einer Fläche liegender Gegenstand sich so weit über dieselbe erhebet oder unter ihr erniedriget als das Auge unter dieselbe erniedriget oder über dieselbe erhoben wird. Man hat also in dem Dreyecke NPT die Winkel N und P nebst der Seite TP und findet PN. Da nun die Länge von P bekannt ist, so ergiebet sich daraus leicht die gesuchte Länge von N.

§. 586.

Ich kann diese Betrachtung über die Neben-Planeten nicht schliessen ohne des Trabanten der Venus zu erwähnen, der nun seit 1645 die Astronomen dergestalt geäffet hat, daß sie noch heute ungewiß sind, was sie von seiner Würklichkeit glauben sollen. Franciscus Fontana, ein Neapolitanischer Astronom versicherte, daß er ihn zu beyden Seiten der Venus und nahe an ihren Hörnern gesehen habe, aber er ward nicht wieder gefunden, bis 1672, da ihn Caßini das erste mahl und 1686, da er ihn das zweete mahl gesehen haben wollte. Er sahe beydes mahl ein verwirrtes Licht auf eine kurze Zeit in einigem Abstande von der Venus und in der Gestalt dieses Planeten. Nach dieser Zeit war alle Mühe umsonst, die man anwandte ihn zu finden, bis 1740, da ihn Short in London etwa eine Stunde mit verschiedenen Telescopen gesehen zu haben versicherte. Nachher ward er vergeblich gesucht.

§. 587.

Im Jahr 1761, als die Astronomen überall auf diesen Planeten wegen seines Durchganges durch die

Sonne

Digitized by Google

Sonne aufmerksam waren, fand ihn Montaigue und wollte ihn 4 Tage beobachtet haben, unterdessen daß ihn alle Astronomen vergeblich suchten. Nach der Zeit ist er wiederum den mehresten unsichtbar gewesen, und ungeachtet alle Astronomen ihn im Jahr 1764, da Venus eine grosse nordliche Breite hatte mit Mühe suchten, so ließ er sich doch von keinem als Montbarron in Auxerre, und Redkier in Kopenhagen sehen. Da man also noch über seine Existenz ungewiß ist, so lässet sich noch weniger von seiner Bahn etwas sagen, ob gleich Baudouin sie aus den Beobachtungen von Montaigne zu berechnen den Anfang machte.

§. 588.

Die Naturkundige haben sich unterdessen mit andern Untersuchungen dieser wunderbaren Erscheinung beschäftiget. Mairan sucht in der Sonnenatmosphäre die Schwürigkeit diesen Trabanten zu sehen. Da er sowohl als sein Hauptplanet beständig in derselben schwimmet, so zeiget er, daß sehr günstige Umstände, die nur selten zusammentreffen, da seyn müssen, wenn er gesehen werden soll.

§. 589.

Der Pater Hell ist in einer gelehrten Abhandlung im Anhange zu seinen Ephemeriden von 1766 bemühet zu zeigen, daß alles, was von diesem Trabanten gesehen ist, gar wohl ein Augentrug seyn könne, da die Reflexion der Strahlen der Venus von der Hornhaut des Auges auf das hole Augenglas, durch eine neue Reflexion ein Nachbild der Venus in das Auge gebracht haben konnte. Ich habe die

Digitized by Google

Versuche mit Fleiß wiederholet, und habe auf diese Art Nachbilder von einer brennenden Kerze, vom Monde und gar von Häusern, Bäumen, Gassen und ganzen Gegenden zuwege gebracht. Allein, da die geringste und fast unvermeidliche Bewegung des Auges die Lage des Bildes verrücket und bald auf die eine, bald auf die andere Seite des Urbildes bringet, so gestehe ich gerne, daß es mir schwer falle, zu glauben, daß diese Leute alle und noch dazu so geschickte Beobachter, auf diese Art haben hintergangen werden können.

Neuntes Capittel.

Von Bedeckungen und Finsternissen.

§. 590.

Ich habe bereits verschiedentlich angemerket, daß Beobachtungen von der Zusammenkunft und dem Gegenscheine der Weltcörper in genauer Bestimmung einiger astronomischen Gründe einen vorzüglichen Nutzen haben. Man kann eben deswegen noch behaupten, daß dieser Nutze ungemein viel grösser werde, wenn zween Weltcörper in solchen Aspecten auch in der Breite nicht sehr unterschieden sind. Sie liegen alsdann entweder in grader Linie, und man darf nur die Lage des einen derselben genau wissen, um auch die andere zu erkennen; oder man kann die Lage des einen aus der Lage des andern durch zuverläßige Beobachtungsmethoden in grosser Genauigkeit finden. §. 591.

Digitized by Google

§. 591.

In diesen Umständen geschiehet es zuweilen, daß zween Weltcörper mit dem dritten, von welchen man beobachtet, in grader Linie liegen. Alsdenn entziehet der nähere, wenn er groß genug ist, den entferntern ganz oder doch einen beträchtlichen Theil unserm Gesichte, oder, wenn der nähere gegen den entferntern sehr klein ist, siehet man ihn vor dem entfernten vorübergehen. Die erstere Erscheinung nennet man eine **Bedeckung**, die andere einen **Durchgang des nähern durch die Scheibe des entferntern.**

§. 592.

Bedeckungen der Sonne heissen **Finsterniße.** Uns ist nur ein Weltcörper, nämlich der Mond groß genug um eine **Sonnenfinsterniß** zu verursachen. Man kann sie auch eine **Erdfinsterniß** nennen, da die Erde eines Theils des Lichts, welches sie von der Sonne empfänget, beraubt wird. Da die Parallaxe des Mondes beynahe noch einmahl so groß ist, als des Mondes Durchmesser, so siehet man gleich, daß die Sonne auch dem Monde durch die Erde bedeckt werden könne. Man siehet in der That um die Zeit des Vollmondes den Schatten von der Erde über die Fläche des Mondes wegfahren, und nennet diese Erscheinung eine **Mondfinsterniß.**

§. 593.

Man siehet ohne Schwürigkeit, daß dergleichen Erscheinungen nicht anders stat haben könne, als wenn Puncte auf der Oberfläche der Erde mit

Digitized by Google

Puncten zwoer anderer Weltcörper in grader Linie liegen. Nur in diesem Falle kann der eine äusserste Weltcörper der Erde durch die Lage des mittelsten unsichtbar werden. Es ist hiebey eben nicht nothwendig, daß die Mittelpuncte der drey Weltcörper in grader Linie liegen, sie können von derselben, aber nur bis auf eine gewisse Grösse abgehen, welche man die Gränzen dieser Erscheinungen nennet. Da nun die astronomischen Tabellen für die Mittelpuncte der Weltcörper eingerichtet sind, so ist es nöthig, diese Gränzen zu wissen, wenn man nach denselben beurtheilen will, ob bey einer Zusammenkunft eine dieser Erscheinungen von der Oberfläche der Erde gesehen werden könne.

§. 594.

Es sey zuerst Fig. 94. der Mittelpunct der Erde in T, und in S ein anderer Weltcörper, man ziehe die Linie TS, welche die Oberfläche der Erde in dem Puncte M schneidet. Wenn nun zwischen dem Mittelpunct der Erde und des Weltcörpers S in der Linie TS der Mittelpunct eines andern Weltcörpers F stehet, so hat man für das Punct M auf der Oberfläche der Erde aus eben dem Grunde eine dieser Erscheinungen, aus welchem dieselbe für den Mittelpunct der Erde stat findet. Ob aber bey dieser Lage der Mittelpuncte der Weltcörper eine solche Erscheinung auch noch für andere Puncte der Oberfläche der Erde bemerket werden könne, das lässet sich nur aus ihrem Abstande von der Erde und ihrer scheinbaren Grösse beurtheilen.

§. 595.

Digitized by Google

§. 595.

Wenn die Weltcörper F und S keine Parallaxe haben, so ist die Erde in solchem Abstande von denselben als ein Punct anzusehen, und die grade Linie aus einem solchen Weltcörper in dem Mittelpunct der Erde, ist von derjenigen, die von demselben nach jedem Puncte der Oberfläche der Erde gezogen wird, nicht unterschieden, oder wenn man es umgekehrt betrachtet, jede grade Linie von einem Puncte der Oberfläche der Erde nach dem Mittelpunct eines solchen Weltcörpers gezogen, ist derjenigen parallel, welche aus dem Mittelpuncte der Erde dahin gehet. Wenn daher die Mittelpuncte der Weltcörper F und S mit T in grader Linie liegen, so machen sie auch mit jedem Punct der Oberfläche G und O eine grade Linie. In diesem Falle siehet man daher aller Orten auf der Erde eine solche Erscheinung, die scheinbare Grösse der Weltcörper, F und S sey übrigens wie sie wolle.

Dies würde der Fall seyn, wenn zween Fixsterne einander bedeckten. Wenn die Beobachtungen ihre Richtigkeit haben, daß man jetzt doppelte Sterne siehet, wo vor diesem nur einfache gewesen, oder umgekehrt, so giebt es in der That dergleichen Bedeckungen.

§. 596.

Nimmt man aber an, daß der Weltcörper F allein eine Parallaxe habe, so siehet man aus O den Weltcörper in der mit ST parallelen Linie OM (Fig. 95). So lange also der Weltcörper F in der Linie ST liegt, kann keine dieser Erscheinungen aus O gesehen werden, weil man den Weltcörper F in der Linie OF siehet, die von OM ganz unterschieden ist.

Digitized by Google

Soll daher eine solche Erscheinung stat finden, so muß derselbe aus F bis in K, um den Winkel FTK, das ist um die Parallaxe des Weltcörpers F für den Bogen AO weggerückt werden. Und eben dies gilt für jeden andern Ort auf der Oberfläche der Erde. Hat aber der Weltcörper S ebenfals eine Parallaxe, so darf er nur bis H, das ist um den Winkel FTH von der Linie TS weggerückt werden. Es ist aber FTH = THO — TSO oder dem Unterscheide der Parallaxen der Weltcörper F und S für den Abstand des Ortes O von A.

§. 597.

Wenn der Weltcörper S keine Parallaxe hat, so ist sie = o, und dieser letztere Satz gilt daher allgemein für beyde Fälle. Da nun der Abstand eines Ortes auf der Oberfläche der Erde von A nicht grösser als 90° werden kann, wenn die Weltcörper F und S noch von demselben gesehen werden sollen, so siehet man wohl, daß der Weltcörper F um den Unterscheid der Horizontalparallaxen von der Linie ST aber auch nicht weiter von ihr weggerückt werden könne, wenn noch eine dieser Erscheinungen von irgend einem Orte der Oberfläche gesehen werden soll. Diese Grösse macht daher die Gränze dieser Erscheinungen für diesen Fall aus.

§. 598.

Die Lage der Linie TS findet man aus der Länge und Breite des Weltcörpers S, und eben so findet man die Lage der Linie TF. Es sey nun (Fig. 96) AC ein Theil der Ecclíptik, AB die geocentrische Länge des Weltcörpers S, BS seine geocentrische Breite,

Digitized by Google

Breite, AC die geocentrische Länge von F, und CF dessen geocentrische Breite, so erhält man ein rechtwinklichtes Dreyeck SDF, wo SD der Unterscheid der geocentrischen Länge, und DF den Unterscheid der Breite beyder Weltcörper vorstellet. Man findet daraus den geocentrischen Abstand beyder Weltcörper FS oder den Winkel an dem Mittelpuncte der Erde. Ist er kleiner als der Unterscheid der Horizontalparallaxe, so siehet man irgendwo von der Erde eine der gesagten Erscheinungen.

§. 599.

Wenn man auf dieser Art gefunden hat, daß die Weltcörper innerhalb der gefundenen Gränzen zu einer gewissen Zeit liegen, und eine solche Erscheinung an einem Orte, wie O, sichtbar seyn könne, so kann man aus der Länge und Breite den Abstand eines solchen Weltcörpers vom Scheitelpuncte des Orts O für die gegebene Zeit berechnen. Man findet dadurch die Parallaxe der Höhe der Weltcörper, die Parallaxen ihrer Längen und Breiten und ihre scheinbare Länge und Breite aus O. Wenn diese für beyde Weltcörper einerley sind, so liegen sie zu der Zeit von O aus in grader Linie, und man siehet eine Bedeckung. Findet man, daß sie nicht in grader Linie liegen, so berechnet man ihre scheinbare Lage für Zeiten, welche eine halbe Stunde vor ihr hergehen und auf ihr folgen, aus einer Vergleichung dieser Rechnungen findet man die Zeit, da beyde Weltcörper aus O einerley scheinbare Länge haben, und wenn man für diese Zeit ihre scheinbaren Breiten berechnet und ungleich findet, so findet die Erscheinung aus dem Orte O überall nicht stat.

§. 600.

Digitized by Google

§. 600.

Bisher habe ich stillschweigend angenommen, daß die Weltcörper F und S keine scheinbare Grösse haben. Setzet man nun, daß der Weltcörper F eine scheinbare Grösse habe, so gelten die im vorigen herausgebrachten Gränzen dieser Erscheinungen nur für den Mittelpunct des Weltcörpers F. Er höret aber nicht auf den Weltcörper S zu bedecken, wenn gleich der Mittelpunct des Weltcörpers F ihn zu bedecken aufhöret. Man siehet leicht, ehe er ihn gänzlich zu bedecken aufhöret, muß er von der graden Linie TS oder OS sich noch um seinen Halbmesser entfernen. Die Gränze der Bedeckung wird also in diesem Falle erweitert, und ist der Summe aus dem Unterscheide der Horizontalparallaxen der Weltcörper F und S und dem scheinbaren Halbmesser von F gleich.

§. 601.

Dies ist der Fall, wenn der Mond oder einer von den Planeten einen Fixstern bedeckt. Wenn man gefunden hat, daß sich zween solcher Weltcörper innerhalb der Gränze der Bedeckung befinden, so berechnet man die scheinbare Lage des Mondes oder Planeten aus O, wie vorher, und sucht den Zeitpunct, da sie einerley Länge mit dem Fixstern haben und ihre dazu gehörige Breite, welches man wie §. 599 findet. Alsdann stelle man sich vor der Mond stehe in F, Fig. 97 und die dazu gehörige Breite sey FH; man stelle sich vor der Mond stehe in F stille, und der Stern bewege sich mit der Geschwindigkeit des Mondes durch AB. Wenn man nun eine halbe Stunde vor und nach der Zusammenkunft

Digitized by Google

kunft den Unterscheid der Länge und Breite zwischen dem Monde und Fixstern sucht, so findet man den Winkel LHO, unter welchen die Bahn des Fixsterns den Parallel der Eccliptik schneidet. Dieser Winkel ist dem HFG gleich, welchen die aus F gezogene senkrechte Linie FG auf AB macht, und nunmehro findet man in dem Dreyecke HFG die Seiten GH und FG. Wenn FG kleiner als der Halbmesser des Mondes ist, so ist gewiß eine Bedeckung. Mit FG und dem Halbmesser des Mondes findet man AG. Aus der berechneten stündlichen Bewegung des Mondes, der Linie HG und der Zeit, da der Stern in H stand, findet man die Zeit in G. Hieraus aber und aus der Geschwindigkeit der Bewegung des Fixsterns die Zeiten in A und B und also den Anfang, das Ende und die Dauer der Bedeckung.

§. 602.

Man kann auch umgekehrt aus Beobachtung des Anfanges und Endes der Bedeckung, und aus Beobachtung der stündlichen Bewegung in der Abweichung und graden Aufsteigung den kleinsten Abstand FG, den Unterscheid der Breite bey der Zusammenkunft in der Länge FH, die Zeit der Zusammenkunft in der Länge herleiten. Nachdem man nämlich aus der Bewegung in der graden Aufsteigung und Abweichung die Bewegung in der Länge und Breite berechnet, siehet man schon aus dem vorigen §. wie man hiebey nur zurückgehen dürfe.

Aus der stündlichen Bewegung in der Länge und Breite findet man die stündliche Bewegung in der Bahn, und den Winkel GFH. Aus der Dauer

der

Digitized by Google

der Bedeckung und der gefundenen Geschwindigkeit erhält man GA, woraus mit dem Halbmesser des Mondes die Linie GF gefunden wird. Dann wird FH und GH aus dem Dreyecke GFH bekannt, und so gelanget man aus der Zeit in G, der Grösse GH und der Geschwindigkeit der Bewegung endlich zur Bestimmung der Zeit der Zusammenkunft in der Länge in H.

§. 603.

Im §. 600 sind die Gränzen dieser Erscheinungen in der Voraussetzung gefunden, daß der bedeckte Weltcörper S keine scheinbare Grösse habe. Wenn man diese Voraussetzung fahren lässet, und ihm eine würkliche Grösse giebt, so gelten jene Gränzen nur für den Mittelpunct eines solchen Weltcörpers. Sollen sie für ihn ganz gelten, so müssen dieselbe noch um den Halbmesser des Weltcörpers S erweitert werden. In Fig. 98 siehet man, daß der Weltcörper F nicht nur bis I und um seinen Halbmesser, sondern auch noch um den Halbmesser des Weltcörpers S oder den Winkel SGH von TS weggerückt werden müsse, ehe er überall aufhöret der Erde etwas von dem Weltcörper S zu bedecken. Hier bestehen daher die Gränzen dieser Erscheinungen aus der Summe des Unterscheides der Parallaxen und der Summe der Halbmesser der Weltcörper F und S. Unter diesem Falle sind die Bedeckungen der Planeten von einander und vom Monde, die Durchgänge der untern Planeten durch die Sonne und die Sonnenfinsternisse begriffen.

§. 604.

Digitized by Google

§. 604.

Wenn man stat des Unterscheides der Parallaxen die Summe derselben setzt, so hat man auch die Gränzen für die Mondfinsternisse oder für die Sonnenfinsternisse im Monde vielmehr. Man darf nur die Linie SI in *i* verlängern, so siehet man sogleich, daß $fTi = TiG + TSG$ sey, da $FTI = TIG - TSG$ war. Da nun alle übrige Bestimmungen mit dem vorigen Falle einerley sind, so ist es gewiß, daß die Erde aufhöre dem Mond die Sonne zu bedecken, wenn der Mond um die Summe der Parallaxen und Halbmesser der Weltcörper F und S von der Linie TS entfernet ist.

§. 605.

In allen denen Fällen, wo durch den Weltcörper S die Sonne vorgestellt ist, lieget die Linie TS in der Eccliptik. Wenn man daher die Breite des Weltcörpers F in der Zusammenkunft mit der Sonne sucht, und daraus den kürzesten Abstand der Weltcörper F und S herleitet, auf ähnliche Art wie §. 601 gezeiget worden, so siehet man aus Vergleichung desselben mit den gefundenen Gränzen, ob eine solche Erscheinung stat habe oder nicht.

§. 606.

Da die Bahnen des Mondes und der Planeten die Eccliptik unter sehr kleinen Winkeln schneiden, so kann der Winkel GFH (Fig. 97) nur sehr klein und der Unterscheid zwischen der Breite dieser Weltcörper in Zusammenkunft mit der Sonne und ihrem kleinsten Abstande von derselben nicht beträchtlich

seyn.

Digitized by Google

ſeyn. In dieſen Fällen ſchlieſſet man deswegen unmittelbar aus Vergleichung dieſer Breite mit den Gränzen dieſer Erſcheinungen, ob ſie ſtat finden oder nicht.

§. 607.

Man pfleget für dieſe Fälle auch die Gränzen dieſer Erſcheinungen durch den Abſtand dieſer Weltcörper vom Knoten auszudrücken. Wenn man den Winkel kennet, unter welchen die Bahnen dieſer Weltcörper die Eccliptik ſchneiden, ſo iſt es nicht ſchwer aus der bekannten Breite, welche der gefundenen Gränze gleich iſt, dieſen Abſtand zu finden. Bey dem Mercur und Venus muß aus dieſer Gränze erſt die heliocentriſche Breite und für dieſe der Abſtand geſucht werden, weil der Mittelpunct ihrer Bahnen die Sonne iſt. Man findet in dem Abſtande vom Knoten die Gränzen dieſer Erſcheinungen für Mercur 3° 31′, für Venus 1° 47′. So oft innerhalb dieſem Abſtande vom Knoten eine Zuſammenkunft dieſer Planeten mit der Sonne ſich ereignet, kann auch nur ein Durchgang derſelben durch die Sonne geſehen werden.

§. 608.

Für den Mond hat man nicht nöthig, die Gränzen der Sonnenfinſterniß in der geocentriſche Breite in eine heliocentriſche Breite zu verwandeln, weil die Erde ſelbſt der Mittelpunct ſeiner Bahn iſt. Allein da man aus demjenigen, was im vorigen beygebracht worden, weiß, daß hier alles veränderlich iſt, der Halbmeſſer des Mondes, ſeine Parallaxe,

und

und der Halbmesser der Sonne, und selbst die Neigung der Bahn des Mondes gegen die Eccliptik, so giebt es hier eine so grosse Verschiedenheit, daß die Sonne in einerley Entfernung des Mondes vom Knoten zuweilen eine Verfinsterung leidet, und zuweilen davon frey bleibet. Blos eine auf die Zeit besonders eingerichtete Rechnung kann bestimmen, was in jedem Falle geschehen. Die Neigung der Mondbahn gegen die Eccliptik ist von 5° 18′ bis 5° 4′ veränderlich. Wenn man mit der kleinsten Neigung und den grösten Bestimmungen der Parallaxe und Halbmessern der Sonne und des Mondes die Gränzen sucht, so findet man 17°14′. Ueber diesen Abstand kann sich gar keine Finsterniß zutragen. Suchet man aber mit der grösten Neigung und den kleinsten Halbmessern und Parallaxe diese Gränzen, so findet man 14° 56′, in welchem Abstande nothwendig eine Finsterniß seyn muß. Hieraus wird man verstehen, was die Gränzen der möglichen und nothwendigen Finsternisse bedeuten.

§. 609.

Wenn man sich nun (Fig. 97) unter dem grössern Circul die Sonne vorstellet, vor welche der Mond oder ein Planet vorübergehet, wenn man die Sonne in F stille stehen, und den Mittelpunct des andern Weltcörpers mit der relativen Geschwindigkeit gegen die Sonne durch MP gehen lässet, so kann man hier alle die Rechnungen so führen, wie §. 601. 602. Wenn nur das einzige beobachtet wird, daß aus GF und der Summe der Halbmesser FI + IM die Linie GM und daraus für den Anfang und das Ende der

Digitized by Google

Erscheinung die Zeiten, da der Weltcörper in M und P gestanden, hergeleitet werden, und eben so umgekehrt im §. 602.

§. 610.

Diese Erscheinungen sind sehr geschickt, daraus die Neigungen der Bahnen dieser Weltcörper gegen die Eccliptik und die Lage der Knoten zu finden. Man hat in dem Dreyecke PQM die Seite PM und den Unterscheid der Breite MQ, und findet daher den Winkel bey M. Aus welchem und der Linie MK der Breite im Anfange der Erscheinung in dem Dreyecke MKN der Winkel bey N und die Linie KN gefunden wird. Da nun die Länge des Puncts K bekannt ist, so ist es auch die Länge des Knoten N. Man kann das Dreyeck MQP als gradlinigt berechnen, und zuweilen auch das Dreyeck MKN. Man findet aber allemahl das gesuchte richtiger, wenn man beyde als sphärische Dreyecke behandelt.

§. 611.

Da wir bey dieser ganzen Betrachtung angenommen haben, daß die Sonne in F während der Erscheinung stille gestanden, und der andere Weltcörper sich mit der relativen Geschwindigkeit durch MP beweget habe, so ist leicht zu sehen, daß MP nicht der wahre Weg dieses Weltcörpers sey, und daß weder die Lage von MP gegen die Eccliptik die Lage der wahren Bahn des Weltcörpers gegen dieselbe noch der Punct N der wahre Knoten sey.

Man setze, die Sonne habe sich nach eben der Richtung mit dem andern Weltcörper von F nach S fortbeweget, da derselbe mit einer Breite TV=PE

aus

Digitized by Google

aus der Sonne tritt und die Erscheinung endiget, so stehet derselbe in T am Ende der Erscheinung und muß also eigentlich durch MT und nicht durch MP gegangen seyn. Um also den Winkel TMQ zu erhalten, muß man das Dreyeck TQM berechnen können. Aber TQ ist gleich PQ + TP und TP = SF. Nachdem man also aus dem Dreyecke PMQ die Seite PQ berechnet hat, setzet man zu ihr die Bewegung der Sonne in der Länge hinzu, so kann man den Winkel TMQ finden und übrigens, wie vorher gezeiget worden verfahren, um die wahre Neigung MnK und die Lage des wahren Knoten *n* zu bestimmen.

§. 612.

Das addiren des Weges der Sonne zu PQ geschiehet, wenn die Sonne sich mit dem Weltcörper nach einerley Richtung beweget, wie bey den Sonnenfinsternissen geschiehet. Wenn sich aber die Sonne und der Weltcörper nach entgegengesetzten Richtungen bewegen, wie bey den Durchgängen der untern Planeten, so muß die Bewegung der Sonne von PQ abgezogen werden. Das Punct S würde nämlich auf der andern Seite von T in *s* und daher auch das Punct T auf der andern Seite von P in *t* fallen.

§. 613.

Die Bedeckungen der Sonne von der Erde, welche man auf dem Monde gewahr wird, sind nicht völlig einerley mit den Mondfinsternissen, und daher sind auch die §. 604 angegebene Schranken der Sonnenfinsternisse im Monde nicht einerley mit den Schranken der Mondfinsternisse. Man kann sich die Sache im allgemeinen auf die folgende Art vor-

Digitized by Google

stellen. Es sey (Fig. 99) die Sonne in S, in T sey ein anderer Weltcörper, dessen Halbmesser TG ist. Man ziehe die Linie ST und verlängere sie nach Gefallen. Durch ST lege man eine Fläche und ziehe in derselben eine grade Linie AG, so daß sie beyde Weltcörper berühre. Wenn nun der Halbmesser der Sonne SA grösser als TG ist, so wird AG die Linie ST in O schneiden. Man stelle sich vor, daß die Linie AG in O fest liege und sich übrigens um beyde Weltcörper so bewege, daß sie beständig beyde berühre so beschreibet sie zwey in O entgegengesetzte Kegel OGE und OHF. Aus jedem Puncte des Kegels OGE, ist die Sonne ganz bedeckt, und man nennet diesen Raum den vollen Schatten des Weltcörpers T. Wenn man aus einem Puncte V die Linie VL senkrecht auf OG ziehet, so ist VL der Halbmesser des Schattens in der Entfernung V von T, und seine scheinbare Grösse aus T, der Winkel VTL ist dem Winkel TLG, der scheinbaren Grösse des Halbmessers TG aus V gesehen, weniger dem Winkel GOT gleich. Ziehet man nun aus T mit GA eine Parallellinie TB, so ist BTS = GOT. Und da BTS = ATS − ATB, das ist dem Halbmesser der Sonne weniger der Parallaxe der Sonne auf dem Weltcörper T; so ist der Halbmesser des vollen Schatten allenthalben gleich der Grösse des Halbmessers von T aus der Entfernung V gesehen + dem Halbmesser desselben aus der Sonne gesehen — dem Halbmesser der Sonne.

§. 614.

Wenn man nun den Weltcörper in T für die Erde annimmt, und TL ist der Abstand des Mondes

von

von der Erde, so ist TVG die Parallaxe des Mondes die ich *l* nennen will, und ATB die Parallaxe der Sonne die *s* heissen mag. S sey der Halbmesser der Sonne. Der Halbmesser des vollen Erdschattens in der Gegend der Mondbahn ist also $= l+s-S$. So lange nun der Mond oder einige Theile von ihm in dem vollen Schatten stehen siehet man eine Mondfinsterniß, und er darf sich daher nicht weiter als um die eben bestimmte Grösse und seinen Halbmesser von der Linie TV entfernen, wenn eine Mondfinsterniß stat haben soll, das ist, wenn der Halbmesser des Mondes L genannt wird, um $L+l+s-S$. So bald der Mond im Gegenschein diese Breite erlanget, kann im Gegenschein auch aus dem §. 603 angeführten Grunde überall keine Mondfinsterniß stat haben. Dies drückt also die Gränze der Mondfinsterniſſe aus.

§. 615.

Indessen siehet man wohl, daß der Weltcörper in T noch ausserhalb dem Kegel GOE die Sonne zwar nicht ganz aber doch zum Theil bedecke. Wenn man nach der Vorbereitung §. 613 noch eine andere Linie AD so ziehet, daß sie den Weltcörper in T und die Sonne in vorberührter Fläche berühre, so schneidet sie die Linie ST in R. Lässet man diese Linie sich so wie vorher bewegen, so daß sie beständig durch R gehe und beyde Weltcörper berühre, so beschreibet sie einen andern Kegel RDC, dessen Spitze in R lieget, und wenn man ihn in T senkrecht durchschneidet, so erhält man den abgekürzten Kegel CDEG. In dem ganzen Raume desselben, so weit er nicht zu dem Kegel OGE gehöret, siehet man die Sonne

Digitized by Google

nicht ganz, ſondern ſie wird zum Theil von dem Weltcörper in T bedeckt, und dieſen Raum nennet man den Halbſchatten. Wir befinden uns bey allen partialen Sonnenfinſterniſſen in dieſem Halbſchatten des Mondes; bey den gänzlichen Sonnenfinſterniſſen in dem ganzen Schatten, das iſt, in dem Kegel GOE, wenn der Weltcörper in T den Mond bedeutet. Wenn wir uns eben in dem Puncte O befinden, ſo haben wir zwar auch eine gänzliche Sonnenfinſterniß, die aber keine Dauer hat, indem der eine Rand der Sonne aufhöret bedeckt zu ſeyn, wenn der andere anfängt. Wenn wir uns in dem Kegel FOG befinden, ſo ſehen wir die Sonnenfinſterniſſe ringförmig. Der verſchiedene Abſtand der Sonne und des Mondes von der Erde, iſt der einzige Grund, warum wir gänzliche Sonnenfinſterniſſe mit oder ohne Dauer und ringförmige haben können.

§. 616.

Wenn T einen der untern Planeten vorſtellet, ſo befindet ſich die Erde immer weiter von ihnen entfernet als OT ausmacht. Die Erde ſtehet alſo bey ihrem Durchgange durch die Sonne in dem Kegel FOG.

§. 617.

Wenn nun T die Erde vorſtellet, und der Mond ſtehet ganz in ihrem Halbſchatten, ſo ſiehet man im Monde noch eine partiale Bedeckung der Sonne, aber von der Erde aus hat man Mühe den Halbſchatten im Monde gewahr zu werden, und er verliehret ſich in einiger Entfernung von der Gränze des vollen Schatten gänzlich, und deswegen erſtrecket man

Digitized by Google

man die Gränzen der Mondfinsterniſſe nicht auf den Halbſchatten.

§. 618.

Man kann aus dieſer Gränze der Mondfinsterniſſe auf eben die Art wie bey den Sonnenfinsterniſſen §. 608 geſchehen, herleiten, in welchem Abſtande vom Knoten der Mond verfinſtert werden könne. Die Rechnung erfordert auch hier nur die Auflöſung eines ſphäriſchen rechtwinklichten Dreyecks, worin eine Cathete und der ihr gegenüberſtehende Winkel bekannt ſind. Man findet hier, daß nothwendig eine Mondfinsterniß erfolge, wenn der Mond im Gegenſchein unter 10° vom Knoten entfernet iſt, und daß ſie nicht ſtat habe, wenn dieſe Entfernung 12° überſteigt.

§. 619.

In Fig. 97. bedeute nun der Circul um F den Schatten der Erde in der Gegend der Mondbahn, und FH die Breite des Mondes zur Zeit des Gegenſcheins. Wenn man hier wieder ſetzet, daß die Sonne und mithin auch der Schatten der Erde ſtille ſtehe und der Mond ſich mit dem Unterſcheide ſeiner und der Sonne Geſchwindigkeit bewege, und man rechnet ſeine relative Bewegung in der Länge und Breite aus, ſo kann man eben ſo wie im vorigen §. 601 gezeiget worden, ſeinen kleinſten Abſtand vom Mittelpuncte des Schatten finden. Man ſiehet aus deſſelben Vergleichung mit der Gränze der Mondfinsterniß nicht allein, ob überall eine Finsterniß ſeyn werde, ſondern es ergiebet ſich auch die Gröſſe derſelben, wie man leicht ſiehet. Man findet

det auch eben ſo, wie vorher gezeiget worden, den Anfang und das Ende der Finſterniſſe, und berechnet auch die Beobachtung auf ähnliche Art.

§. 620.

Bey Beobachtung der Mondfinſterniſſe hat man die gröſte Vorſichtigkeit darauf zu verwenden, daß man die Gränze des vollen und Halbſchattens wohl treffe, oder ſie wenigſtens bey der Verdunkelung des einen Flecken nicht anders als bey der Verdunkelung des andern nehme. Dies aber ſowohl als die Vorſichtigkeiten, welche man bey den Schlüſſen aus dieſen Beobachtungen anzuwenden hat, uebſt den Abriſſen, welche man von dieſen Erſcheinungen zu machen pfleget, behalte ich dem mündlichen Vortrage vor. Und aus dem angeführten wird man die Schriftſteller, welche eigentlich davon gehandelt haben, hinlänglich verſtehen können.

Ende des Erſten Theils.

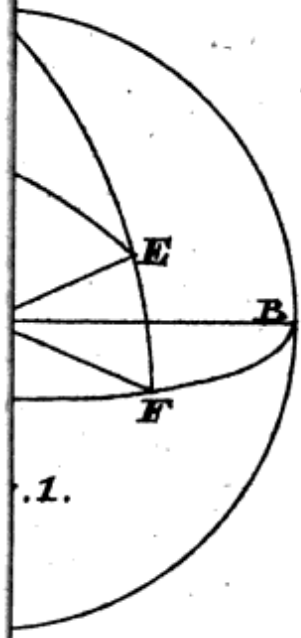
Digitized by Google

Druckfehler.

Seite	Zeile.	
3	19	der Lichtſtrahl ſtat er.
7	12	halbe ſtat hole.
10	10	AF beſtimmen ſtat AF.
17	26	gröſſer ſtat kleiner.
40	21	*slr* ſtat *slv*.
47	18	B ſtat A.
63	21	17 ſtat 7.
74	30	Aequatorshöhe ſtat Schiefe der Ecliptik.
81	2	Sonnenfinſterniſſe ſtat Mondfinſterniſſe.
97	7	15 ſtat 14.
98	13	zu $\beta\gamma$ ſtat zu.
105	5	SD*s* finden ſtat SD*s*.
115	1	zL ſtat ZL.
122	5	Gröſſe der ſtat Gröſſe.
124	19	der Weltcörper ſtat ſeine.
127	4	Breitenkreis des Neunzigſten ſtat Neunzigſten.
133	2	$\sin VAP + \sin ZBP : \sin VAP - \sin ZAP$ ſtat $\sin APC + \sin BPC : \sin APC - \sin BPC$.
138	17	A in P, B in *p* ſtat A in *p*, B in P.
160	15	Länge ſtat Lage.
167	24	nördlichen ſtat ſüdlichen.
210	2	*m*P ſtat *mp*.
220	14	273 ſtat 208.
269	24	S ſtat R.
294	3	Breite ſtat Länge.
378	13	Flecken ſtat Sterne.
381	16	Wenn ſtat Wär.

Digitized by Google

Digitized by Google



.1.

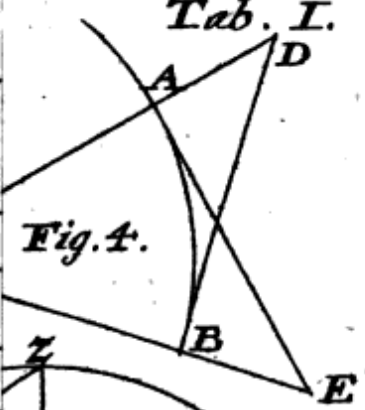


Fig. 4.

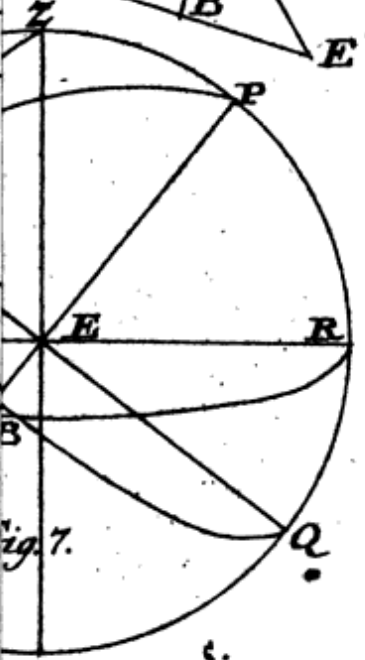
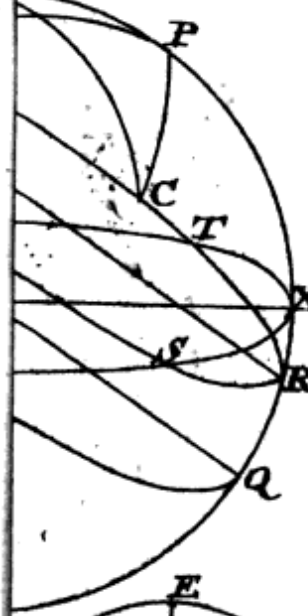


Fig. 7.



Fi

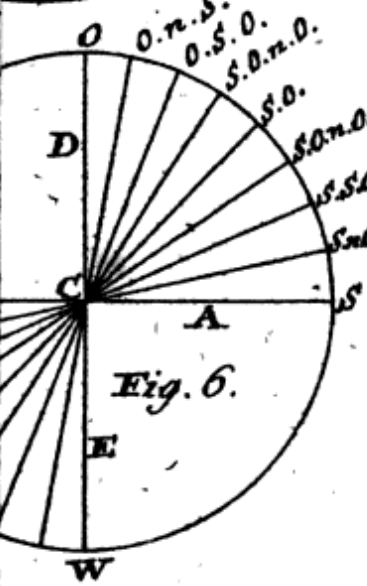


Fig. 6.

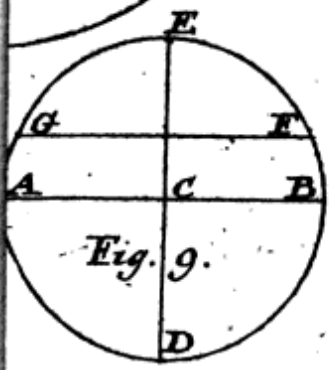
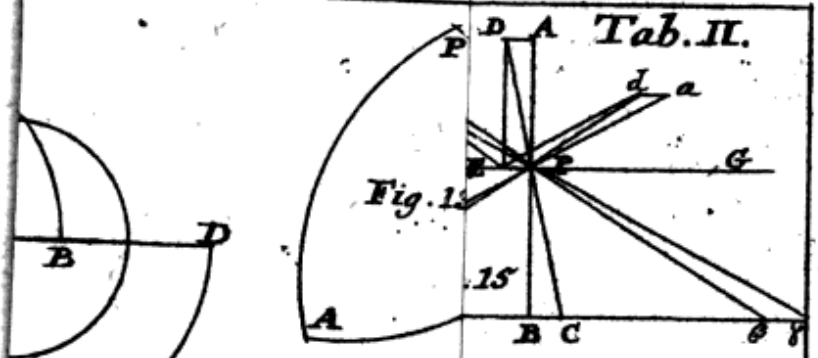


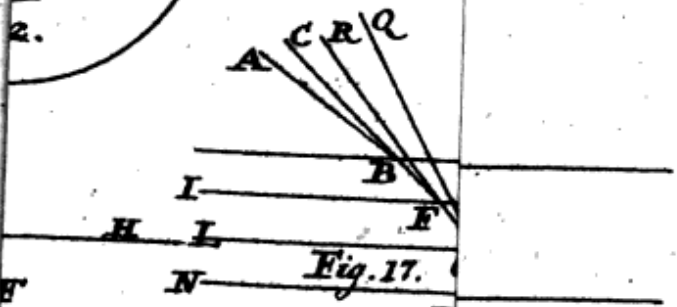
Fig. 9.

Fig

Digitized by Google

Digitized by Google





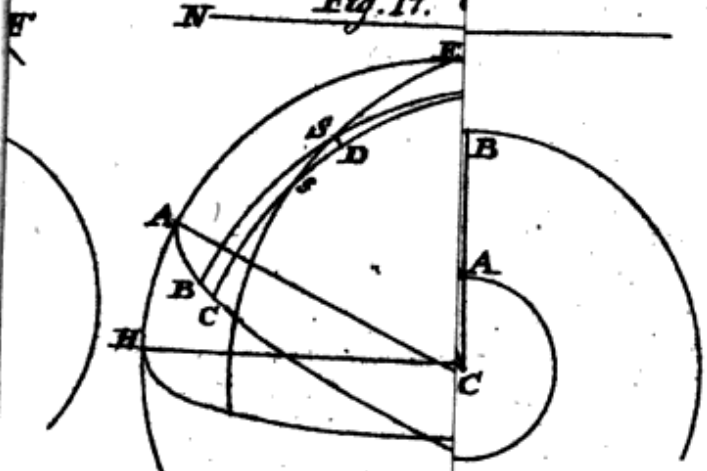
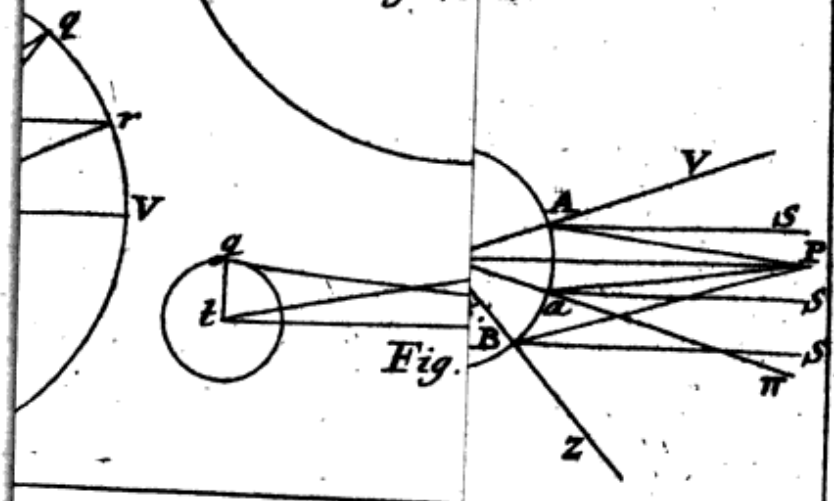


Fig. 20. 21



Digitized by Google

Digitized by Google

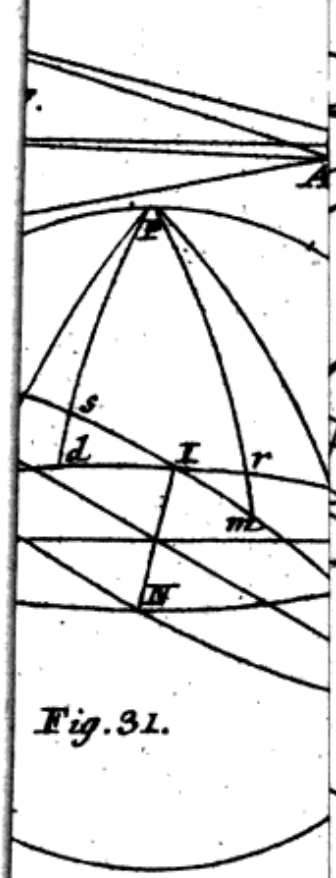


Fig. 31.

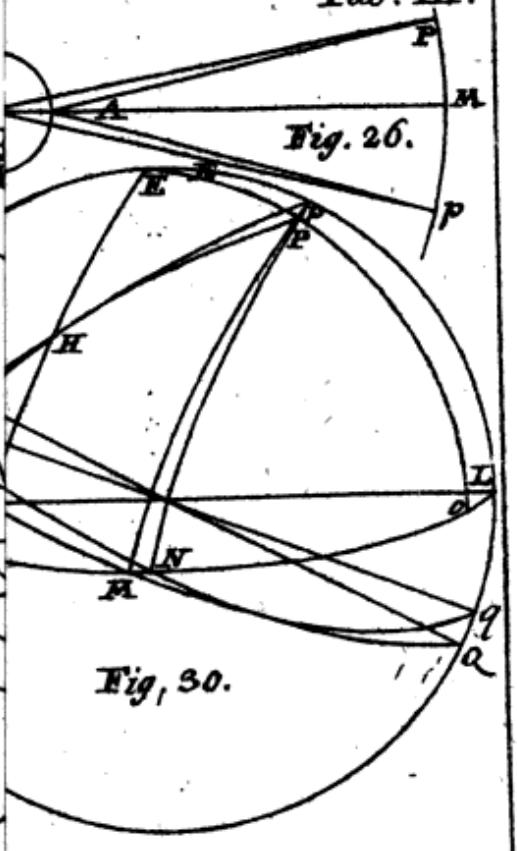
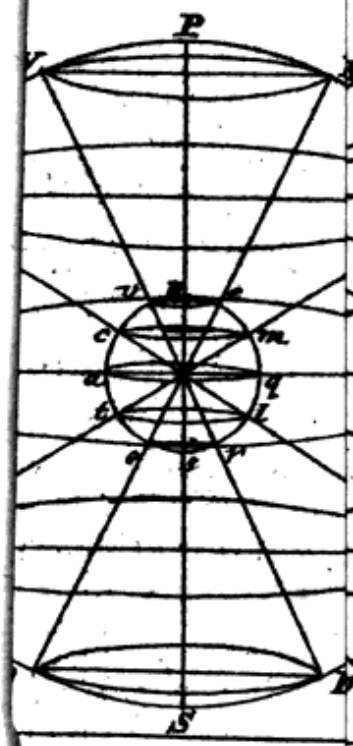
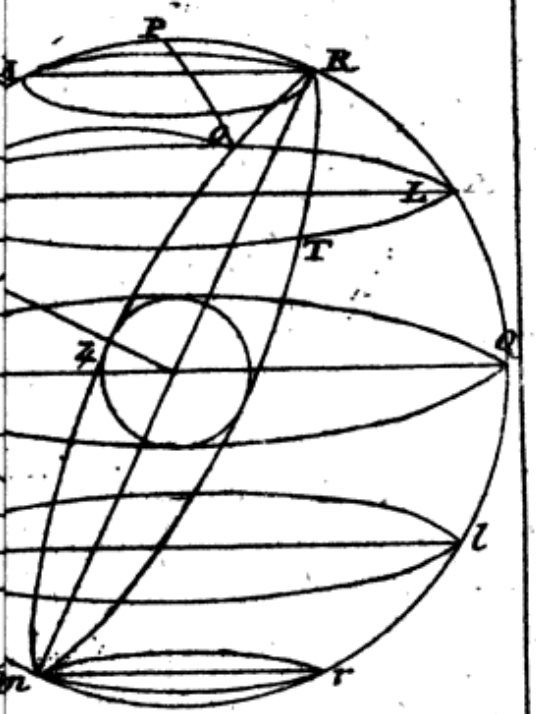


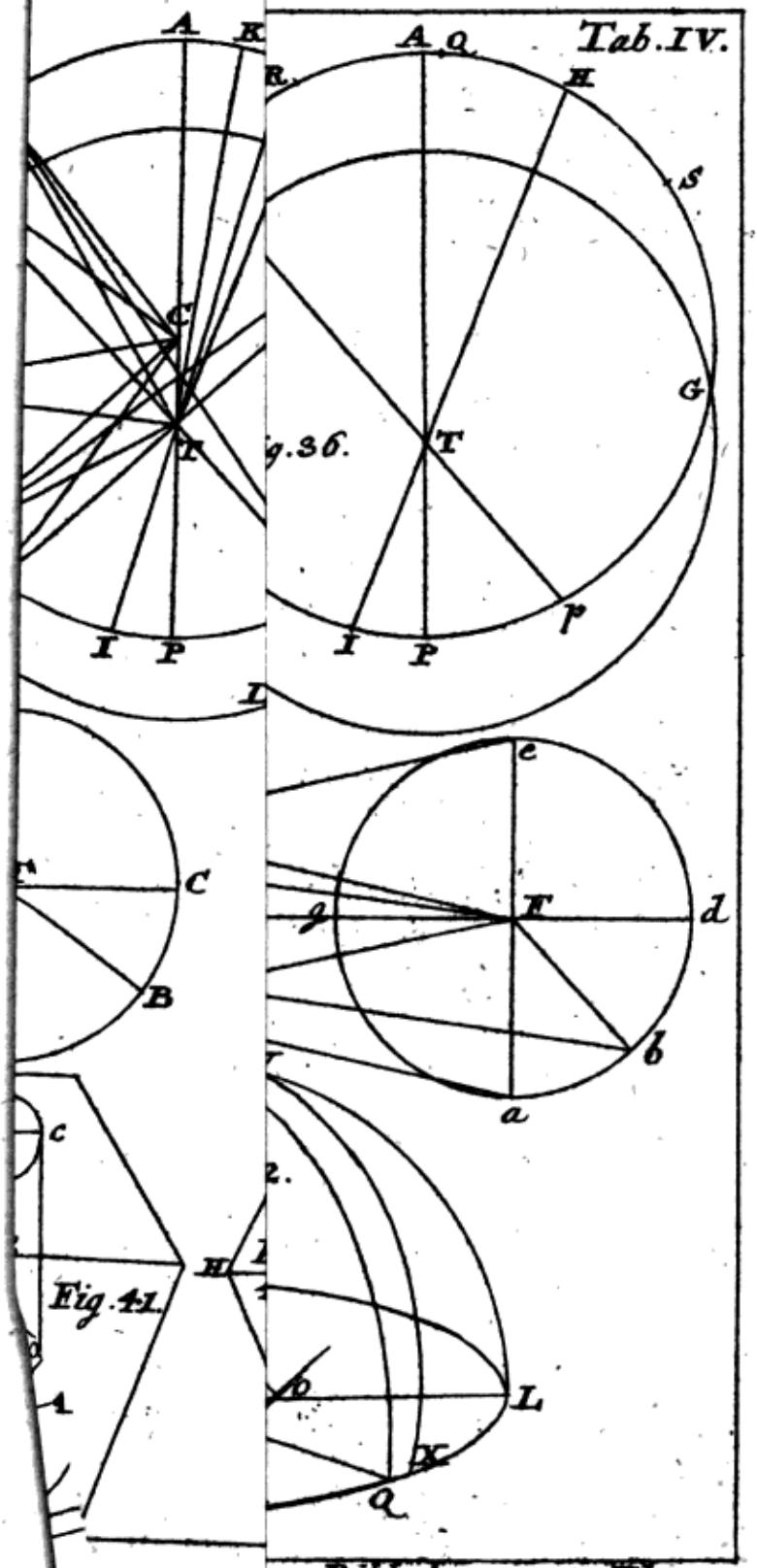
Fig. 30.





Digitized by Google

Digitized by Google



Röhls Astron. I. Th.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tab. V.

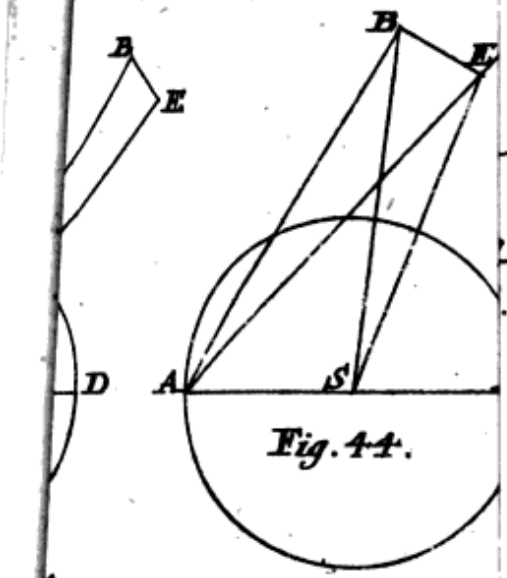
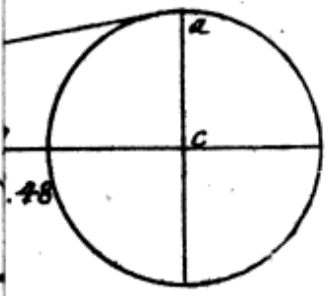


Fig. 44.



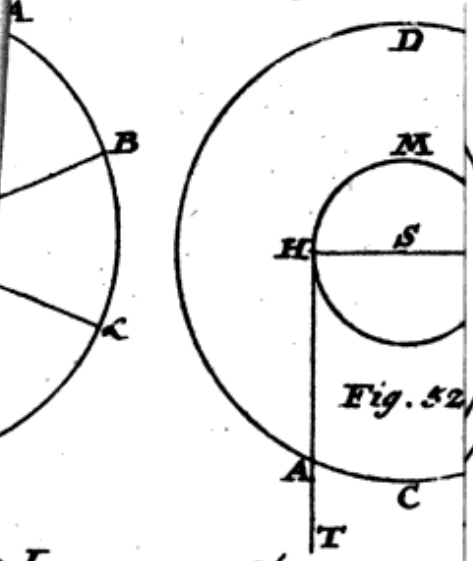


Fig. 52.

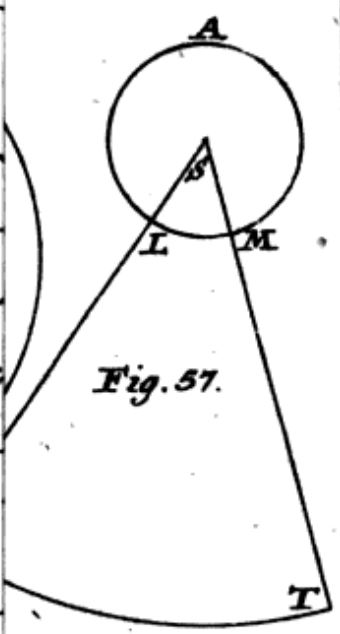


Fig. 57.

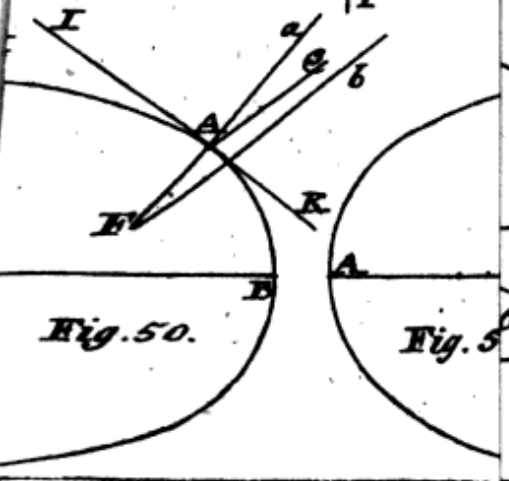
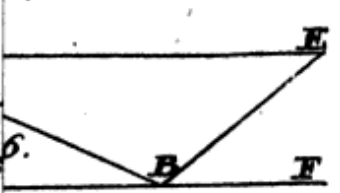


Fig. 50.

Fig. 5



6.

le Astron. I. Th.

Digitized by Google

Digitized by Google

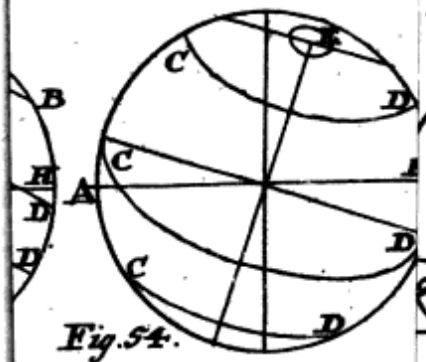


Fig. 54.

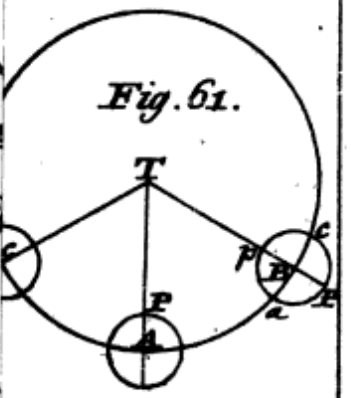
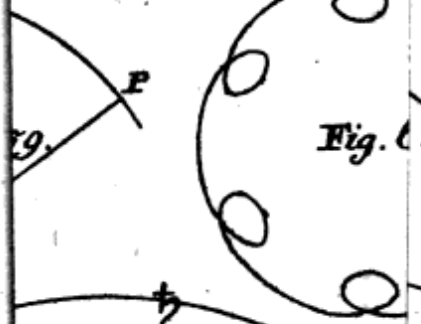


Fig. 61.



9.

Fig. 6

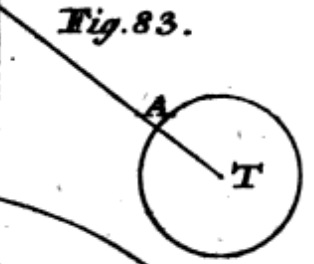


Fig. 83.

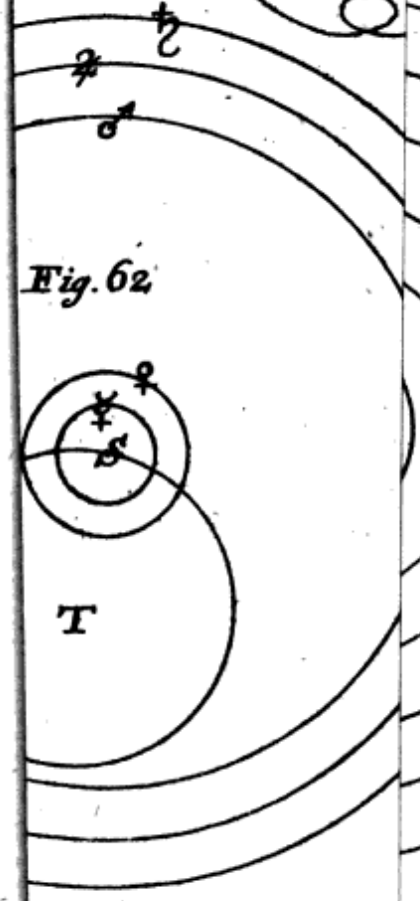
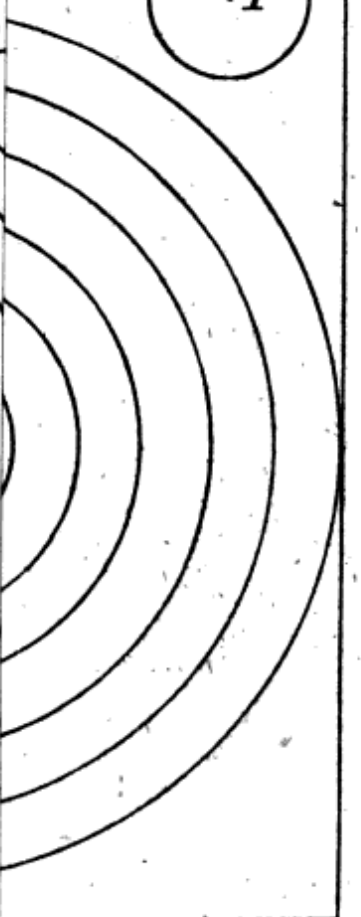


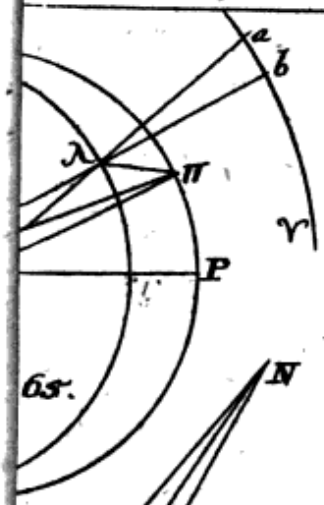
Fig. 62.



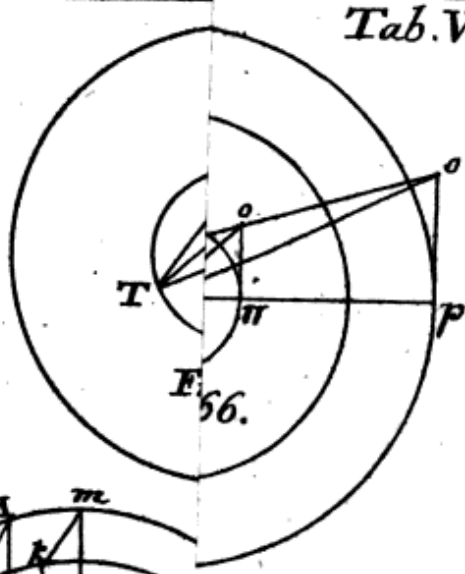
Astron. I. Th.

Digitized by Google

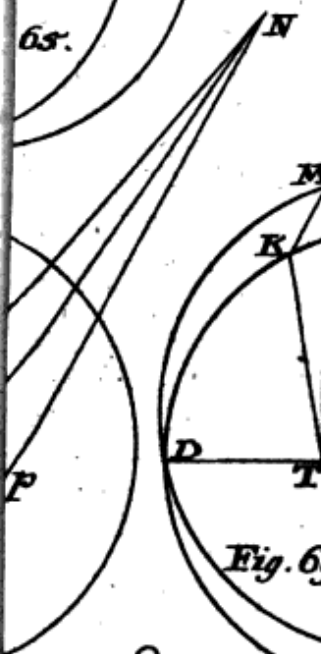
Digitized by Google



65.



66.



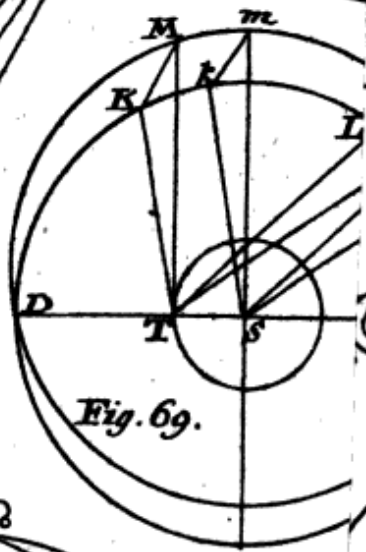


Fig. 69.

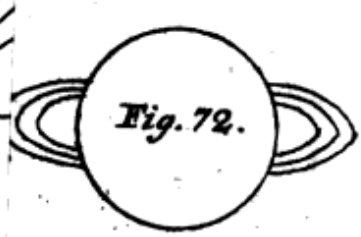


Fig. 72.

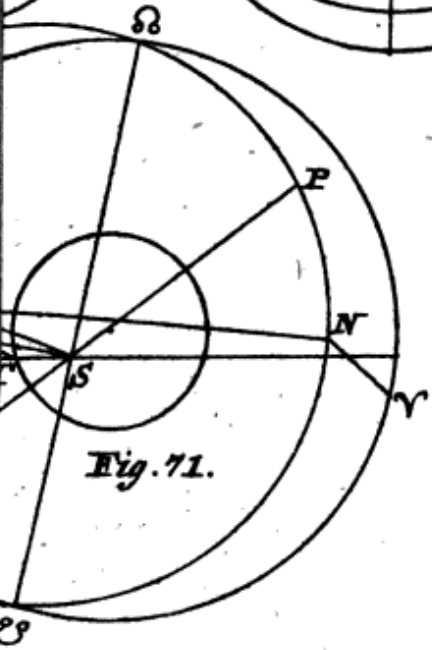


Fig. 71.

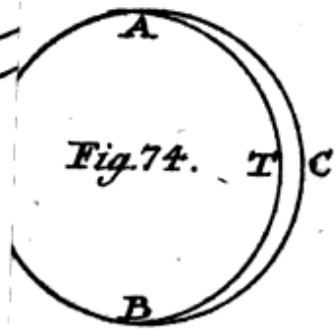


Fig. 74.

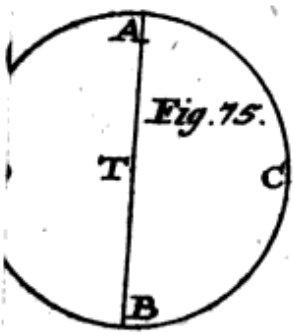
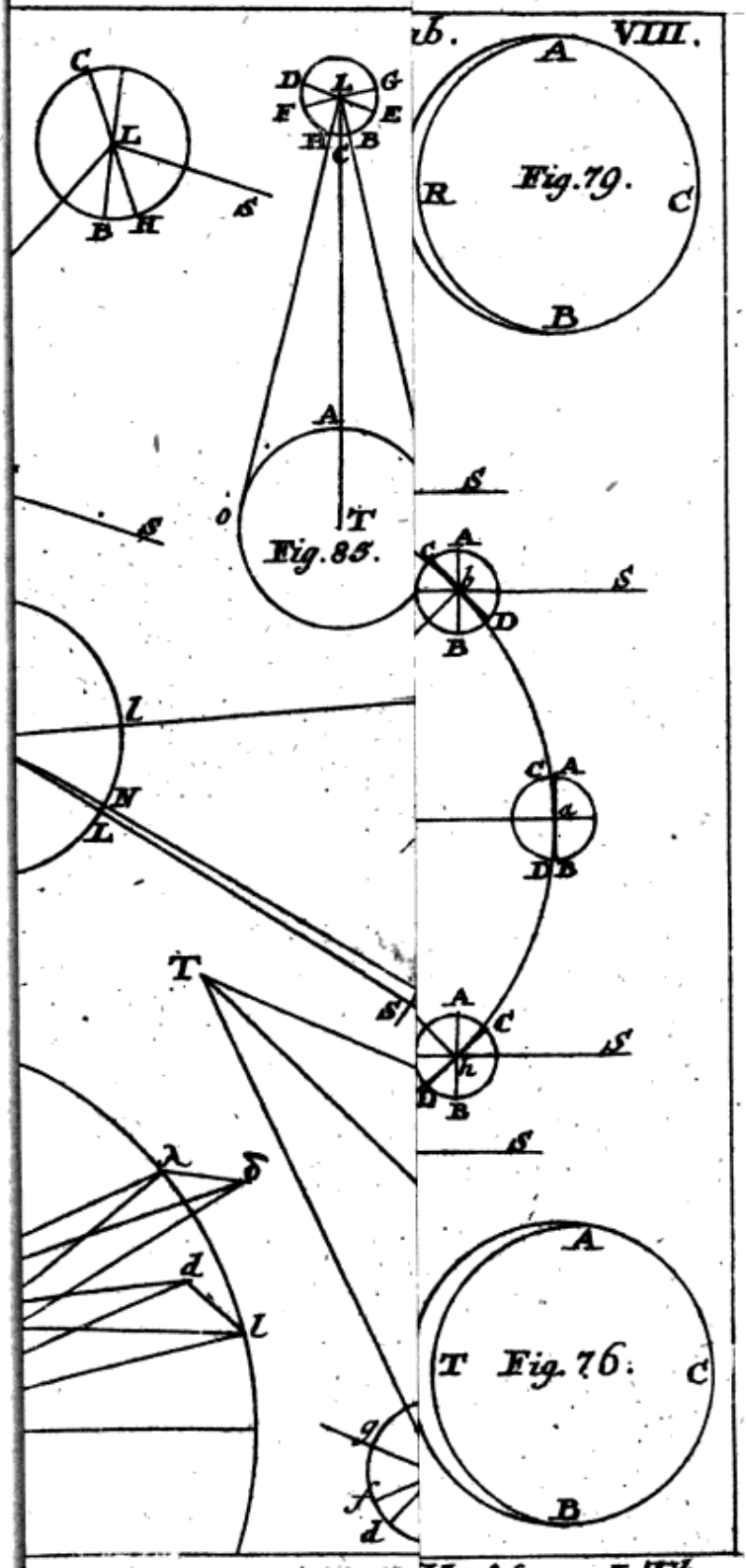


Fig. 75.

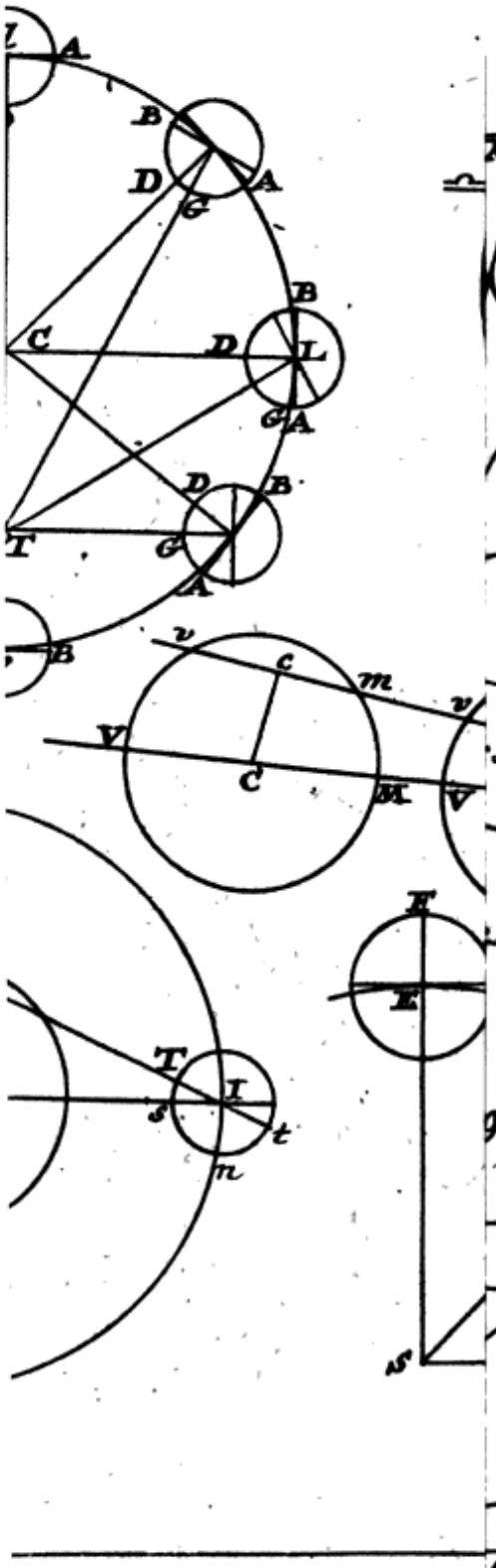
Digitized by Google

Digitized by Google

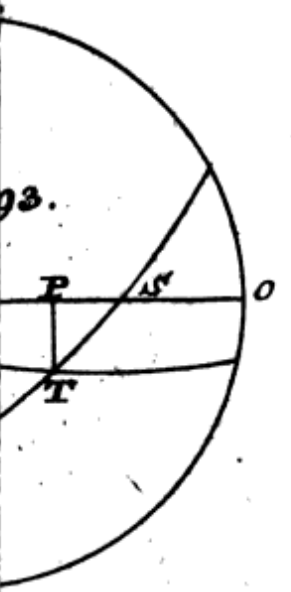


Digitized by Google

Digitized by Google



90.

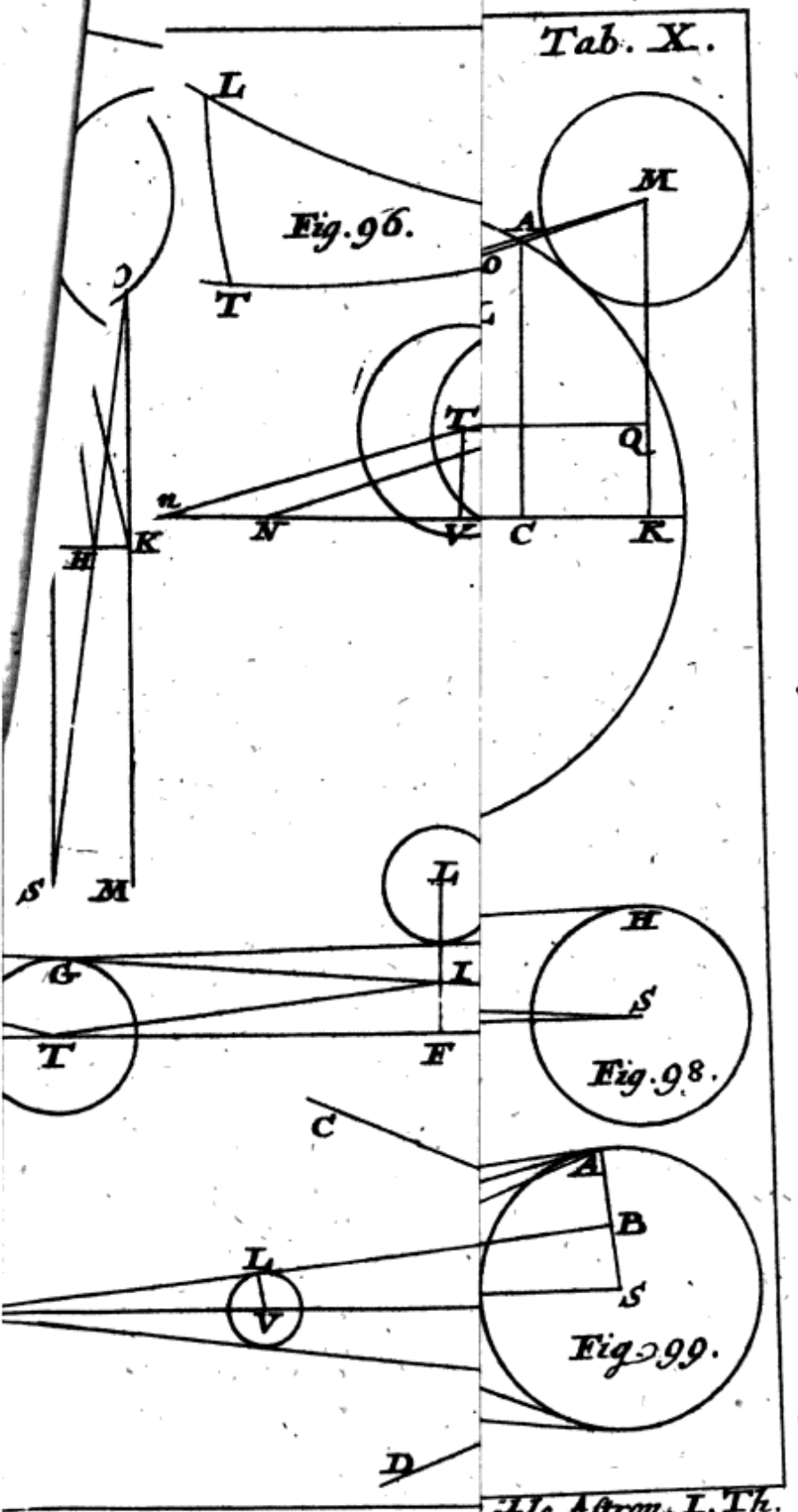


93.

Digitized by Google

Digitized by Google

Tab. X.



ohls Astron. I. Th.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

005655892

Digitized by Google

Digitized by Google